1934 1 АПРЕЛЯ — 1 AVRIL № 1

ДОКЛАДЫ
АКАДЕМИИ НАУК СССР

IMPERIAL ... 17 MAY 1934 INSTITUTE

COMPTES RENDUS
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'URSS

НОВАЯ СЕРИЯ — NOUVELLE SÉRIE

Том II — Volume II

ОГЛАВЛЕНИЕ — SOMMAIRE

	СТР.
А. О. Гельфонд. О седьмой проблеме Д. Гильберта	1
Б. Делоне. Доказательство теоремы Ферма для $n=8$ при помощи кубической области	7
А. И. Попов. О некоторых определенных интегралах, содержащих цилиндрические функции	11
В. Д. Кузнецов и В. А. Золотов. О роли механического двойникования при рекристаллизации деформированных цинковых монокристаллов	13
В. М. Чулановский и М. П. Мохнаткин. Тонкое строение триплета $(2s^2)\,(2p)\,3s\,{}^3\Phi \to (2s^2)\,(2p^2)\,{}^3\Phi$ атома углерода	18
М. М. Кацнельсон и М. С. Кондакова. Об 1-этил-2-метил-валериановой кислоте	21

	PAG.
A. Gelfond. Sur le septième problème de D. Hilbert	4
B. Delauney. Démonstration du théorème de Fermat pour $n=8$ au moyen du corps cubique	9
A. Popov. Über einige bestimmte Integrale mit Zylinderfunktionen	12
V. Kuznecov und V. Zolotov. Über die Rolle der mechanischen Zwillingsbildung bei Rekristallisation deformierter Zink-Monokristalle	15
V. Čulanovskij und M. Mochnatkin. Über Feinstruktur des Tripletts $(2s^2)\,(2p)\,3s\,{}^3\Phi \to (2s^2)\,(2p^2)\,{}^3\Phi$ des Kohlenstoffatoms	20
M. Katznelson und M. Kondakova. Über die 1-Äthyl-2-Methyl-Valeriansäure	23

(См. на обороте)

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
ЛЕНИНГРАД — LENINGRAD

(Продолжение)

стр.

А. Харит и Н. Хаустов. Окислительно-восстановительные процессы в работающей мышце. III. Глютатион при работе мышцы 26

Э. Асратян. Влияние пищевого безусловного рефлекса на соответствующие условные рефлексы . . 31

А. С. Серебровский. О свойствах менделистических равенств 33

Н. Г. Потапов и Н. Т. Станков. О суточной периодичности минерального питания 40

Н. Л. Удольская. К вопросу об изучении элементов минерального питания как факторов, изменяющих засухоустойчивость растений . . . 45

Г. Х. Молотковский. Желатиновые камеры к порометру 48

Акад. **Г. А. Надсон и Е. А. Штерн.** О действии ультрафиолетовых лучей ртутно-кварцевой лампы на клетку *Bacillus Mycoides* Fl. . . . 51

П. М. Мурзаев. О минералого-геохимических прогнозах 56

Н. А. Гладков. О распределении орнитологических станций на поверхности равнинного озера 60

Хроника 64

стр.

A. Charit und N. Chaustov. Oxydations-Reduktionsprozesse im arbeitenden Muskel. III. Das Glutathion bei der Muskelarbeit 28

E. Hasratian. The Influence of an Unconditioned Food Reflex upon the Corresponding Conditioned Reflexes . 31

A. Serebrovskij. On the Properties of the Mendelian Equations 36

N. Potapov and N. Stankov. On the Periodicity of Mineral Nutrition within the 24 Hours 43

N. Udolskaja. Contribution to the Study of the Elements of Mineral Nutrition as of Factors Changing the Drought Resistance of Plants . . . 47

G. Molotkovskij. Eine Gelatinekammer für das Porometer 50

G. Nadson, de l'Académie, et **E. Stern.** De l'action des rayons ultra-violets de la lampe de quartz à vapeur de mercure sur la cellule de *Bacillus Mycoides* Fl. 54

P. Murzajev. On the Mineralogical and Geochemical Prognoses 59

N. Gladkov. The Distribution of Ornithological Stations on a Lake in the Plains 63

Announcement 64

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

МАТЕМАТИКА

А. О. ГЕЛЬФОНД

О СЕДЬМОЙ ПРОБЛЕМЕ Д. ГИЛЬБЕРТА

(*Представлено академиком И. М. Виноградовым 28 III 1934*)

В 1900 году на всемирном математическом конгрессе Д. Гильберт поставил проблему, одну из 23, об арифметической природе чисел вида ω^η, где ω алгебраическое, а η алгебраическое иррациональное число. Первый подход к решению этой проблемы был дан в моей работе „Sur les nombres transcendants", C. R., 1929, в которой было доказано, что если ω произвольное алгебраическое число, $\omega \neq 0, 1$, а $\eta = i\sqrt{p}$, $p > 0$, p — целое рациональное число, то число ω^η трансцендентно.

Метод подхода к вопросам трансцендентности чисел, данный в этой работе, был в дальнейшем использован рядом авторов для решения ряда других проблем. Пользуясь тем же методом, Р. О. Кузьмин [1] и К. Л. Зигель [2] независимо друг от друга доказали, что все числа вида $\omega^{\sqrt{p}}$, где ω произвольное алгебраическое, а $p > 0$ целое число, будут трансцендентными числами; К. Бёле [3] доказал, что если $\vartheta_1, \vartheta_2, \ldots, \vartheta_m$ будут линейно-независимые алгебраические числа корпуса m-ой степени, то по крайней мере одно из чисел $\omega^{\vartheta_1}, \omega^{\vartheta_2}, \ldots, \omega^{\vartheta_m}$, при алгебраическом ω, будет трансцендентно. Но из этой последней теоремы не следует даже, что число $2^{\sqrt[3]{2}}$ трансцендентно.

В настоящее время, пользуясь другим методом, отличающимся существенно от моего первого метода, я могу доказать общую теорему: если ω алгебраическое число, $\omega \neq 0, 1$, η алгебраическое иррациональное число, то ω^η трансцендентно.

Я укажу здесь только ход рассуждений, доказывающих эту общую теорему. Полное же доказательство будет опубликовано в другом журнале.

Итак, пусть α и β будут произвольными алгебраическими числами, $\alpha \neq 0, 1$; $\beta \neq 0, 1$. Допустим, что число $\eta = \frac{\ln \alpha}{\ln \beta}$ будет алгебраическим иррациональным числом. Это допущение, конечно, вполне эквивалентно допущению алгебраичности числа $\beta^\eta = \alpha$.

Константы $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ и λ_5, которые будут участвовать в последующих рассуждениях, будут функциями алгебраических чисел α, β и η, их сопряженных и модулей их логарифмов, и не будут зависеть от чисел q, s и t.

Константы $q_1, q_2, \ldots, q_{11}$ будут функциями констант λ_i, $i = 1, \ldots 5$, и только их. Они будут также удовлетворять неравенствам

$$q_{11} \geqq q_{10} \geqq \ldots \geqq q_1 \geqq 27. \qquad [1]$$

Положим также

$$q=q_{11}+1; \quad r_1=\left[\frac{q^2}{\ln q \ln\ln q}\right]; \quad r_2=[\ln^2 \ln q]. \qquad [2]$$

Числа q_i, $(i=1,\dots 11)$ будут целыми положительными числами, также как и числа q, s, t, r_1, r_2.

Положим

$$f(x)=\sum_{k=-q}^{k=q}\sum_{l=-q}^{l=q} C_{k,e}\,\alpha^{kx}\beta^{lx}; \quad \sum_{k=-q}^{k=q}\sum_{l=-q}^{l=q}|C_{k,l}|>0, \qquad [3]$$

где все числа $C_{k,l}$ будут целыми, $|C_{k\,l}|\leqq 3^{q^2}$.

Каковы бы ни были числа α и β, всегда можно с помощью принципа Дирихле в пространстве $2r_1 r_2$ измерений подобрать целые числа $C_{k,l}$, $|C_{k,l}|\leqq 3^{q^2}$, так, чтобы при $q>q_1$ выполнялись $r_1 r_2$ неравенств

$$|f^{(s)}(t)|=\left|\sum_{k=-q}^{k=q}\sum_{l=-q}^{l=q} C_{k,l}(k\ln\alpha+l\ln\beta)^s\,\alpha^{kt}\beta^{lt}\right|<e^{-\lambda_4 q^2\frac{\ln q}{\ln\ln q}}, \quad \lambda_4>0, \qquad [4]$$

$$0\leqq s\leqq r_1-1;\ 0\leqq t\leqq r_2-1.$$

Далее, в силу алгебраичности чисел α, β и η, при любых s и t, $s\geqq 0$, $t\geqq 0$, и $q>q_2$ или должны быть выполнены неравенства

$$|f^{(s)}(t)|=\left|\ln^s\beta\sum_{k=-q}^{k=q}\sum_{l=-q}^{l=q} C_{k,l}(k\eta+l)^s\,\alpha^{kt}\beta^{lt}\right|>e^{-(\lambda_1 q^2+\lambda_2 qt+\lambda_3 s\ln q)}, \qquad [5]$$

где $\lambda_1>0$, $\lambda_2>0$, $\lambda_3>0$, или $f^{(s)}(t)=0$.

В виду того, что форма $f(x)$ выбирается при $q=q_{11}+1$ и притом так, чтобы были выполнены неравенства [4], то так как $q>q_3$, будем иметь

$$f^{(s)}(t)=0, \quad 0\leqq s\leqq r_1-1, \quad 0\leqq t\leqq r_2-1.$$

Значит функция

$$f(x)\{x(x-1)\dots(x-r_2+1)\}^{-r_1}$$

будет целой. Воспользовавшись верным при $q>q_4$ неравенством

$$|f(x)|<e^{2q^2+\lambda_5 q|x|}, \ \lambda_5>0, \qquad [6]$$

из существования большого числа нулей функции $f(x)$ можно получить, что при $|x|\leqq q^{2/3}$, $q>q_5$, $f(x)$ удовлетворяет неравенству

$$|f(x)|<e^{-\frac{1}{6}q^2\ln\ln q}. \qquad [7]$$

Из неравенства [7] следует, что, при $q>q_6$ и

$$0\leqq s\leqq r_1-1;\ 0\leqq t\leqq[\sqrt{q}],$$

должны быть выполнены неравенства

$$|f^{(s)}(t)|<e^{-\frac{1}{12}q^2\ln\ln q}. \qquad [8]$$

Сопоставляя неравенства [5] и [8], так как $q>q_7$, получаем, что

$$f^{(s)}(t)=0,\ 0\leqq s\leqq r_1-1,\ 0\leqq t\leqq[\sqrt{q}].$$

Значит функция

$$f(x)\{x(x-1)\dots(x-[\sqrt{q}])\}^{-r_1}$$

должна быть целой.

Воспользовавшись опять неравенством [6] или [7], получим при $q>q_8$ неравенство

$$\left|f(x)\{x(x-1)\dots(x-[\sqrt{q}])\}^{-r_1}\right|<e^{-5/6\frac{q^{5/2}}{\ln\ln q}},\quad |x|<[\sqrt{q}]. \qquad [9]$$

Полагая $|x|=2$, из неравенства [9] при $q>q_9$ будем иметь:

$$|f(x)|<e^{-2q^{7/3}}. \qquad [10]$$

Из этого неравенства, при $q>q_{10}$, и $0\leqq s\leqq 5q^2$, получим $5q^2+1$ неравенств:

$$|f^{(s)}(0)|<e^{-q^{7/3}},\quad 0\leqq s\leqq 5q^2. \qquad [11]$$

Сопоставляя неравенства [11] и [5], будем иметь, так как $q>q_{11}$, что

$$f^{(s)}(0)=\sum_{k=-q}^{k=q}\sum_{l=-q}^{l=q}C_{k,l}(k\ln\alpha+l\ln\beta)^s=0,\quad 0\leqq s\leqq 5q^2. \qquad [12]$$

Но равенства [12] можно рассматривать как систему

$$5q^2+1>(2q+1)^2-1$$

уравнений относительно $(2q+1)^2-1$ неизвестных $C_{k,l}$. Детерминант этой системы

$$|(k\ln\alpha+l\ln\beta)^s|,\ 0\leqq s\leqq(2q+1)^2-2,\ -q\leqq k,\ l\leqq q, \qquad [13]$$

очевидно будет детерминантом Вандермонда.

Он не может быть равен нулю, так как равенство

$$k_1\ln\alpha+l_1\ln\beta=k_2\ln\alpha+l_2\ln\beta,\ (k_1-k_2)^2+(l_1-l_2)^2>0 \qquad [14]$$

невозможно в силу иррациональности $\eta=\frac{\ln\alpha}{\ln\beta}$.

Значит

$$\sum_{k=-q}^{k=q}\sum_{l=-q}^{l=q}|C_{k,l}|=0.$$

Но функция $f(x)$ была выбрана, при $q=q_{11}+1$, так, чтобы

$$\sum_{k=-q}^{k=q}\sum_{l=-q}^{l=q}|C_{k,l}|>0. \qquad [15]$$

Мы получили противоречие, откуда и следует трансцендентность числа η.

Физико-математический институт
Академии Наук им. В. А. Стеклова.

Поступило
28 III 1934.

SUR LE SEPTIÈME PROBLÈME DE D. HILBERT

Par A. GELFOND

(*Présenté par I. Vinogradow, de l'Académie, le 28. III. 1934*)

Au Congrès international des Mathématiciens, tenu à Paris en 1900, D. Hilbert, parmi ses 23 problèmes, en posa un concernant la nature arithmétique des nombres ω^η, où ω est un nombre algébrique et η un nombre algébrique irrationnel. Dans ma note „Sur les nombres transcendants", C. R., 1929, j'ai démontré, que, si ω est un nombre algébrique arbitraire et $\eta = i\sqrt{p}$, $p > 0$ étant un nombre entier rationnel, alors ω^η est transcendant. La méthode donnée dans mon travail sur la question de la transcendance des nombres a servi, par la suite, bien d'autres auteurs pour résoudre divers autres problèmes. R. Kuzmin (1) et C. Siegel (2), indépendamment l'un de l'autre, ont démontré que tous les nombres $\omega^{\sqrt{p}}$, où ω est un nombre algébrique arbitraire $\neq 0,1$ et $p > 0$ est un nombre entier, mais $\sqrt{p}$ est irrationnel, sont des nombres transcendants; K. Boehle (3) a démontré que si $\vartheta_1, \vartheta_2, \ldots, \vartheta_m$ sont des nombres algébriques linéairement indépendants du corps de degré m, alors un, au moins, des nombres ω^{ϑ_1}, $\omega^{\vartheta_2}, \ldots, \omega^{\vartheta_m}$, dans le cas de ω algébrique, $\omega \neq 0, 1$, est transcendant. Mais ce dernier théorème ne donne pas comme conséquence la transcendance du nombre $2^{\sqrt[3]{2}}$.

Dans le travail que je présente aujourd'hui, je peux démontrer, en me servant d'une autre méthode, essentiellement différente de ma première méthode, un théorème général: si ω est un nombre algébrique, $\omega \neq 0, 1$, et η un nombre irrationnel algébrique, alors ω^η est un nombre transcendant. Je n'exposerai ici que la marche des raisonnements qui demontrent ce théorème général. La démonstration complète va être publiée dans une autre revue.

Soient α et β des nombres algébriques arbitraires, $\alpha \neq 0, 1$; $\beta \neq 0, 1$. Admettons que le nombre $\eta = \frac{\ln \alpha}{\ln \beta}$ soit un nombre algébrique irrationnel. Cette supposition est certainement équivalente à la supposition de la nature algébrique du nombre $\beta^\eta = \alpha$.

Les constantes $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5$, qui entreront dans les raisonnements à suivre, seront des fonctions des nombres algébriques α, β, η, de leurs conjugués et des modules de leurs logarithmes, mais ne dépendront pas des nombres q, s et t. Les constantes $q_1, q_2, \ldots, q_{11}$ ne seront que des fonctions des constantes λ_i; $i = 1, 2, 3, 4, 5$, satisfaisant aux inégalités:

$$q_{11} \geqq q_{10} \geqq \cdots \geqq q_1 \geqq 27. \qquad [1]$$

Posons aussi

$$q = q_{11} + 1;\ r_1 = \left[\frac{q^2}{\ln q \ln \ln q}\right];\ r_2 = [\ln^2 \ln q]. \qquad [2]$$

Les nombres q_i ($i = 1, \ldots, 11$) seront des nombres entiers positifs, de même que les nombres q, s et t.

Posons

$$f(x)=\sum_{k=q}^{k=q}\sum_{l=q}^{l=q} C_{k,l}\,\alpha^{kx}\,\beta^{lx};\qquad \sum_{k=-q}^{k=q}\sum_{l=-q}^{l=q}|C_{k,l}|>0, \tag{3}$$

où tous les nombres $C_{k,l}$ seront des nombres entiers rationnels, $|C_{k\,l}|\leqq 3q^2$.

Quels que soient les nombres α et β, on peut, en se servant du principe de Dirichlet dans l'espace de $2r_1r_2$ dimensions, choisir toujours des nombres entiers

$$C_{k,l},\ (-q\leqq k\leqq q,\ -q\leqq l\leqq q),\ |C_{k,l}|\leqq 3q^2,\ \sum_{k=-b}^{k=q}\sum_{l=-q}^{l=q}|C_{k,l}|>0,$$

d'une telle façon, que pour $q>q_1$ aient lieu r_1r_2 inégalités

$$|f^{(s)}(t)|=\left|\sum_{k=-q}^{k=q}\sum_{l=-q}^{l=q} C_{k,l}\,(k\ln\alpha+l\ln\beta)^s\,\alpha^{kt}\,\beta^{lt}\right|<e^{-\lambda_4 q^2\frac{\ln q}{\ln\ln q}},\ \lambda_4>0, \tag{4}$$

$$0\leqq s\leqq r_1-1;\qquad 0\leqq t\leqq r_2-1.$$

Puis, vu la nature algébrique des nombres α, β et α, pour s et t entiers, mais arbitraires, $s\geqq 0$, $t\geqq 0$ et $q>q_2$, doivent avoir lieu ou bien les inégalités

$$|f^{(s)}(t)|=\left|\ln^s\beta\sum_{k=-q}^{k=q}\sum_{l=-q}^{l=q} C_{k,l}\,(kr+l)^s\,\alpha^{kt}\,\beta^{lt}\right|>e^{-(\lambda_1 q^2+\lambda_2 q t+\lambda_3 s\ln q)}, \tag{5}$$

où $\lambda_1>0$, $\lambda_2>0$, $\lambda_3>0$, ou bien l'égalité $f^{(s)}(t)=0$.

Or, comme la fonction $f(x)$ est choisie pour $q=q_{11}+1$, et d'une telle façon, que les inégalités [4] soient remplies, alors, puisque $q>q_3$, on a

$$f^{(s)}(t)=0,\ 0\leqq s\leqq r_1-1,\ 0<t\leqq r_2-1.$$

Par conséquent, la fonction

$$f(x)\{x(x-1)\dots(x-r_2+1)\}^{-r_1}$$

est une fonction entière. En nous servant de l'inégalité vraie pour $q>q_4$

$$|f(x)|>e^{2q^2+\lambda_5 q|x|},\ \lambda_5>0, \tag{6}$$

de l'existence d'un grand nombre de zéros de la fonction $f(x)$ on peut tirer que pour $q>q_5$ et $|x|<q^{2/3}$ aura lieu l'inégalite

$$|f(x)|<e^{-\frac{1}{6}q^2\ln\ln q}. \tag{7}$$

Il suit de l'inégalité [7], que pour $q>q_6$ et $0\leqq s\leqq r_1-1$; $0\leqq t\leqq[\sqrt{q}]$, doivent avoir lieu les inégalités

$$|f^{(s)}(t)|<e^{-\frac{1}{12}q^2\ln\ln q}. \tag{8}$$

Comparant les inégalités [5] et [8], nous obtenons puisque $q>q_7$, que $f^{(s)}(t)=0$, $0\leqq s\leqq r_1-1$, $0\leqq t\leqq[\sqrt{q}]$.

Par conséquent, la fonction $f(x)\{x(x-1)\dots(x-[\sqrt{q}])\}^{-r_1}$ doit être entière. En nous servant, de nouveau, de l'inégalité [6] ou [7], nous obtenons pour $q>q_8$ et $|x|<[\sqrt{q}]$ l'inégalité

$$|f(x)\{x(x-1)\dots(x-[\sqrt{q}])\}^{-r_1}|<l^{-5/6\frac{q^{5/2}}{\ln\ln q}},\ |x|<[\sqrt{q}]. \tag{9}$$

Posons $|x|=2$ et nous obtenous, pour $q>q_9$, l'inégalité:

$$|f(x)|<l^{-2q^{7/3}}. \qquad [10]$$

De cette inégalité, pour $q>q_{10}$ et $0\leqq s\leqq 5q^2$, nous obtenons $5q^2+1$ inégalités:

$$|f^s(0)|<l^{-q^{7/3}},\ 0<s\leqq 5q^2. \qquad [11]$$

Comparant les inégalités [5] et [11], nous pouvons en tirer, que, pour $q>q_{11}$, $f^{(s)}(0)=0$, $0\leqq s\leqq 5q^2$, c. a. d.

$$\sum_{k=-q}^{k=q}\sum_{l=-q}^{l=q} C_{k,l}(k\ln\alpha+l\ln\beta)^s=0,\quad 0\leqq s\leqq 5q^2. \qquad [12]$$

Mais, on peut considérer les égalités [12] comme un système de

$$5q_2+1>(2q+1)^2-1$$

équations par rapport aux $(2q+1)^2-1$ inconnues $C_{k,l}$. Le déterminant de ce système sera évidemment un déterminant de Vandermonde.

Il ne peut être égal à zéro, puisque l'égalité

$$k_1\ln\alpha+l_1\ln\beta=k_2\ln\alpha+l_2\ln\beta;\quad (k_1-k_2)^2+(l_1-l_2)^2>0 \qquad [13]$$

est impossible à cause de l'irrationalité du nombre $\eta=\frac{\ln\alpha}{\ln\beta}$.

Par conséquent:

$$\sum_{k=-q}^{k=q}\sum_{l=-q}^{l=q}|C_{k,l}|=0,\quad q=q_{11}+1. \qquad [14]$$

Mais la fonction $f(x)$ a été prise de telle façon, que

$$\sum_{k=-q}^{k=q}\sum_{l=-q}^{l=q}|C_{k,l}|>0,\quad q=q_{11}+1. \qquad [15]$$

Nous obtenons une contradiction, d'où s'ensuit la transcendance du nombre $\eta=\frac{\ln\alpha}{\ln\beta}$.

Institut physico-mathématique
V. Stekloff de l'Académie des Sciences.

Manuscrit reçu
le 28. III. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—LITTERATURE CITÉE

[1] Р. О. Кузьмин. Об одном новом классе трансцедентных чисел ИМЕН, 1930.
R. Kuzmin. Sur une nouvelle classe des nombres transcendants. BAS-MN, 1930.
[2] C. L. Siegel. Travail non imprimé, lu à Berlin et à Goettingen en fév rier 1930.
[3] K. Boehle. Math. Ann., Bd. 108, H. 1.

МАТЕМАТИКА

Б. ДЕЛОНЕ

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО ТЕОРЕМЫ ФЕРМА ДЛЯ $n=3$ ПРИ ПОМОЩИ КУБИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ

(*Представлено академиком И. М. Виноградовым 20 III 1934*)

Все известные доказательства невозможности уравнения

$$a^3+b^3+c^3=0$$

были сделаны при помощи квадратичной области $\Omega\sqrt{-3}$. Эта область может быть заменена теорией двойничных квадратичных форм, но при такой замене мы пользуемся тою же областью, но лишь в другой форме. Я показываю в этой заметке, что доказательство может быть также проведено при помощи кубической области $\Omega\sqrt[3]{2}$.

Пусть

$$a^2+b^3+c^3=0, \qquad [1]$$

где a, b, c целые рациональные числа, отличные от нуля и не имеющие общего делителя. Одно из них должно быть четным, а два других нечетными. Пусть c нечетное. Положим $c^2+2a^2=v$, тогда в виду [1] мы получим:

$$c^3-v=-2a^3;\ c^3+v=-2b^3$$

и, перемножая эти равенства,

$$c^6-v^2=4a^3b^3,$$

или, если мы положим $-ab=X;\ c^3=Y$,

$$4X^3+Y^3=v^2. \qquad [2]$$

Мы видим, таким образом, что, если уравнение [1] имеет решение a, b, c в целых рациональных числах, не имеющих общего делителя, и ни одно из которых не равно нулю, то уравнение [2] имеет решение в целых рациональных числах X, Y, v, отличных от нуля, причем X и Y взаимно простые, и Y квадрат нечетного целого рационального числа c. Мы покажем, что уравнение [2] не может иметь таких решений.

Предположим, что такие решения уравнения [2] существуют, и что

$$\overline{X},\ \overline{Y}=c^2$$

то из них (или одно из тех, если таких несколько), которое имеет наименьшее c. Легко видеть, что

$$4\overline{X}^3+\overline{Y}^3=N\left(\overline{X}\left(\sqrt[3]{2}\right)^2+\overline{Y}\right),$$

где N знак нормы в кубической области $\Omega\sqrt[3]{2}$. Целое алгебраическое число

$$\varkappa=\overline{X}\left(\sqrt[3]{2}\right)^2+\overline{Y}$$

разлагается в области $\Omega\sqrt[3]{2}$ на простые идеалы первого порядка, и два различных простых идеальных делителя одного и того же рационального простого числа не могут быть одновременно делителями $\varkappa$. Действительно, $\varkappa$ взаимно простое с числом 2, и, следовательно, идеал

$$\left(p,\ \overline{X}\left(\sqrt[3]{2}\right)^3+\overline{Y}\right),$$

где p нечетное простое число, равен

$$\left(p,\ 2\overline{X}+\overline{Y}\sqrt[3]{2}\right),$$

но этот идеал первого порядка. Таким образом, если $N(\varkappa)=v^2$ полный квадрат, то всякий простой идеальный делитель входит в $\varkappa$ с показателем, делящимся на 2, т. е. $\varkappa$ квадрат идеала. Но в области $\Omega\sqrt[3]{2}$ только один класс главных идеалов, и все целые числа заключаются в кольце

$$\left[\left(\sqrt[3]{2}\right)^2,\ \sqrt[3]{2},\ 1\right],$$

и, следовательно, либо само число $\varkappa$ квадрат числа вида

$$M\left(\sqrt[3]{2}\right)^2+P\sqrt[3]{2}+Q,$$

где M, P, Q целые рациональные, либо таким квадратом является число $\varkappa\cdot\varepsilon$, где $\varepsilon=\sqrt[3]{2}-1$ основная единица области $\Omega\sqrt[3]{2}$.

Второй случай невозможен, так как приравнивая коэффициенты в

$$\left(\overline{X}\left(\sqrt[3]{2}\right)^2+\overline{Y}\right)\left(\sqrt[3]{2}-1\right)=\left(M\left(\sqrt[3]{2}\right)^2+P\sqrt[3]{2}+Q\right)^2,$$

при $\sqrt[3]{2}$ мы получаем $\overline{Y}=2M^2+2PQ$, но $\overline{Y}=c^2$, а c мы предположили нечетным.

Рассмотрим другой случай. Пусть

$$\overline{X}\left(\sqrt[3]{2}\right)^2+\overline{Y}=\left(M\left(\sqrt[3]{2}\right)^2+P\sqrt[3]{2}+Q\right)^2,$$

тогда

$$P^2+2MQ=\overline{X};\ M^2+PQ=0;\ Q^2+4MP=\overline{Y}. \qquad [3]$$

Числа P и Q взаимно простые, так как числа $\overline{X}$ и $\overline{Y}$ по нашему предположению взаимно простые, и, следовательно, из второго уравнения [3] мы получаем или:

$$P=\alpha^2;\ Q=-\beta^2;\ M=\pm\alpha\beta,$$

или

$$P=-\alpha^2;\ Q=\beta^2;\ M=\pm\alpha\beta,$$

где числа α, β целые рациональные и положительные. Подставляя эти значения M, P, Q в третье уравнение [3] и замечая что $\overline{Y}=c^2$, мы получим:

$$c^2=\beta^4\pm4\alpha^3\cdot\beta,$$

т. е.

$$c^2=\beta\cdot(\beta^3\pm4\alpha^3).$$

Но α и β взаимно простые и c нечетное, следовательно β и $\beta^3\pm4\alpha^3$ взаимно-простые, и

$$\beta=c_1^2;\ \beta^3\pm4\alpha^3=c_2^2,$$

где числа c_1 и c_2 целые рациональные. Мы так получили новое решение

$$\overline{\overline{X}}=\pm\alpha;\ \overline{\overline{Y}}=c_1^2$$

уравнения [2]. Возможны два случая:

1) $c_1=c$, тогда $c_2=1$, и мы получаем $\pm4\alpha^3+c^6=1$, или, умножая на -27 и полагая $\mp3\alpha=p$; $c^3=q$,

$$4p^3-27q^2=-27.$$

Левая часть представляет собою дискриминант кубического уравнения $z^3=pz+q$ с целыми рациональными коэффициентами p, q. Нетрудно убе-

диться, что имеется только одно такое уравнение с дискриминантом -27, оно имеет $p=0$; $q=\pm 1$. Но тогда α, а следовательно и $\overline{X}$, было бы равно нулю, что противоречит нашему предположению.

2) $c_1<c$, тогда $\overline{X}$, $\overline{Y}$ решение уравнения [2], в котором $\overline{X}$ и $\overline{Y}$ взаимно простые и c_1 нечетное, но $c_1<c$. Но это тоже невозможно, так как c было предположено наименьшим из таких c.

Физико-математический институт
Академии Наук им. В. А. Стеклова.
Ленинград.

Поступило
20 III 1934.

MATHÉMATIQUES

DÉMONSTRATION DU THÉORÈME DE FERMAT POUR $n=3$ AU MOYEN DU CORPS CUBIQUE

Par B. DELAUNEY

(*Présenté par I. Vinogradow, de l'Académie, le 20. III. 1934*)

Toutes les démonstrations connues de l'impossibilité de l'équation

$$a^3+b^3+c^3=0$$

ont été faites au moyen du corps quadratique $\Omega\sqrt{-3}$. Ce corps peut être remplacé par la théorie des formes quadratiques binaires, mais ce n'est là qu'une autre façon d'envisager les mêmes choses. Je montre dans cette note que cette démonstration peut être aussi bien effectuée au moyen du corps cubique $\Omega\sqrt[3]{2}$. Soit

$$a^3+b^3+c^3=0, \qquad [1]$$

où a, b, c sont des nombres entiers rationnels différents de zéro et n'ayant pas de diviseur commun. L'un d'entre eux doit être pair et les deux autres impairs; soit c impair. Posons $c^3+2a^3=v$, nous obtenons alors en raison de [1] $c^3-v=-2a^3$; $c^3+v=-2b^3$ et en multipliant ces égalités,

$$c^6-v^2=4a^3b^3,$$

ou bien, si nous posons $-ab=X$; $c^3=Y$, l'équation

$$4X^3+Y^3=v^2. \qquad [2]$$

Nous voyons donc que si l'équation [1] a une solution a, b, c en nombres entiers rationnels, différents de zéro et n'ayant pas de diviseurs communs, l'équation [2], a une solution en nombres entiers rationnels X, Y, v différents de zéro, dans laquelle les nombres X et Y sont premiers entre eux, et Y est un carré $Y=c^2$ d'un nombre entier rationnel impair. Nous allons montrer que l'équation [2] ne peut pas avoir de telles solutions.

Supposons que de telles solutions de l'équation [2] existent, et que $\overline{X}$, $\overline{Y}=c^2$ en soit une, renfermant le moindre c possible.

Il est facile de voir qu'on a

$$4\overline{X}^3+\overline{Y}^3=N\left(\overline{X}\left(\sqrt[3]{2}\right)^2+\overline{Y}\right),$$

ou N désigne la norme dans le corps cubique $\Omega\sqrt[3]{2}$. Le nombre entier algébrique $\varkappa=\overline{X}\left(\sqrt[3]{2}\right)^2+\overline{Y}$ se décompose dans $\Omega\sqrt[3]{2}$, en des facteurs idéaux du premier ordre, et deux facteurs différents d'un nombre premier rationnel ne peuvent être à la fois diviseurs de $\varkappa$. En effet, ce nombre est relativement premier à 2, et l'idéal $\left(p, \overline{X}\left(\sqrt[3]{2}\right)^2+\overline{Y}\right)$, où p est un nombre premier impair,

est égal à $\left(p, 2\overline{X} + \overline{Y}\sqrt[3]{2}\right)$, mais cet idéal est un idéal du premier degré. Suit que si $N(\varkappa) = v^2$ est un carré parfait, chaque idéal premier diviseur de $\varkappa$ est contenu dans $\varkappa$ avec un exposant pair, c'est à dire que $\varkappa$ est un carré d'un idéal. Mais dans $\Omega\sqrt[3]{2}$ il n'y a qu'une classe d'idéaux principaux, et tous les nombres entiers sont contenus dans l'anneau $\left[\left(\sqrt[3]{2}\right)^2, \sqrt[3]{2}, 1\right]$, et par suite ou bien $\varkappa$ est un carré d'un nombre de la forme

$$M\left(\sqrt[3]{2}\right)^2 + P\sqrt[3]{2} + Q,$$

où M, P, Q sont des entiers rationnels, ou bien $\varkappa \cdot \varepsilon$, où $\varepsilon = \sqrt[3]{2} - 1$ est l'unité fondamentale du corps $\Omega\sqrt[3]{2}$, est le carré d'un tel nombre.

Le second cas est impossible parce que si

$$\left(\overline{X}\left(\sqrt[3]{2}\right)^2 + \overline{Y}\right)\left(\sqrt[3]{2} - 1\right) = \left(M\left(\sqrt[3]{2}\right)^2 + P\sqrt[3]{2} + Q\right)^2,$$

alors en égalant les coefficients de $\sqrt[3]{2}$ nous obtenons

$$\overline{Y} = 2M^2 + 2PQ,$$

c'est à dire que $\overline{Y} = c^2$ devrait être pair, mais nous avons supposé c impair.

Envisageons l'autre cas. Soit

$$\overline{X}\left(\sqrt[3]{2}\right)^2 + \overline{Y} = \left(M\left(\sqrt[3]{2}\right)^2 + P\sqrt[3]{2} + Q\right)^2,$$

alors nous obtenons

$$P^2 + 2MQ = \overline{X};\ M^2 + PQ = 0;\ Q^2 + 4MP = \overline{Y}. \qquad [3]$$

Les nombres P et Q sont premiers entre eux, puisque nous avons admis que les nombres $\overline{X}$ et $\overline{Y}$ le sont, et par suite de la seconde des équations [3] nous obtenons ou bien

$$P = \alpha^2;\ Q = -\beta^2;\ M = \pm\alpha\beta,$$

ou bien

$$P = -\alpha^2;\ Q = \beta^2;\ M = \pm\alpha\beta,$$

où les nombres α, β sont entiers rationnels et positifs. Substituant ces valeurs de M, P, Q dans la troisième des équations [3] et observant que $\overline{Y} = c^2$, nous obtenons $c^2 = \beta^4 \pm 4\alpha^3 \cdot \beta$, c'est à dire $c^2 = \beta \cdot (\beta^3 \pm 4\alpha^3)$; mais α et β étant premiers entre eux, et c impair, il en résulte que β et $\beta^3 \pm 4\alpha^3$ sont premiers entre eux, et par suite $\beta = c_1^2$; $\beta^3 \pm 4\alpha^3 = c_2^2$, où les nombres c_1, c_2 sont entiers rationnels. Nous obtenons ainsi une nouvelle solution de l'équation [2]

$$\overline{\overline{X}} = \pm\alpha;\ \overline{\overline{Y}} = c_1^2.$$

Comme c_1 est diviseur de c, on ne peut avoir que deux cas:

1) $c_1 = c$, alors $c_2 = 1$, et nous obtenons $\pm 4\alpha^2 + c^6 = 1$, ou bien, en multipliant cette équation par -27 et en posant $p = \mp 3\alpha$; $q = c^2$, l'équation:

$$4p^3 - 27q^2 = -27.$$

Le côté gauche de cette égalité est le discriminant de l'équation cubique

$$z^3 = pz + q,$$

à coefficients entiers rationnels p, q. Il est facile de s'assurer qu'il n'y a qu'une seule équation cubique avec le discriminant -27 (elle est réductible) ayant $p = 0$; $q = \pm 1$; mais alors α et par suite aussi $\overline{X}$ serait égal à zéro, ce qui serait contraire à notre supposition.

2) $c_1 < c$, alors $\overline{\overline{X}}$, $\overline{\overline{Y}}$ est une solution de l'équation [2], dans laquelle $\overline{\overline{X}}$ et $\overline{\overline{Y}}$ sont premiers entre eux et c_1 est impair, mais dans laquelle $c_1 < c$, et cela est de nouveau contraire à notre supposition, parce que nous avons supposé que c était le plus petit d'entre pareils c.

Institut physico-mathématique V. Stekloff
de l'Académie des Sciences.
Leningrad.

Manuscrit reçu
le 20. III. 1934.

МАТЕМАТИКА

А. И. ПОПОВ

О НЕКОТОРЫХ ОПРЕДЕЛЕННЫХ ИНТЕГРАЛАХ, СОДЕРЖАЩИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ

(*Представлено академиком С. И. Вавиловым 17 III 1934*)

1°. Пользуясь равенствами W. 425 (5) и W. 430 (7)*, легко находим следующее соотношение:

$$\int_0^\infty xK_0(px)\,J_\nu(ax)\,J_\nu(bx)\,dx = \int_0^\infty xJ_0(px)\,K_\nu(ax)\,I_\nu(bx)\,dx, \qquad [1]$$

имеющее место при условиях:

$$R(a) > R(b); \quad -1 < R(\nu) < 1.$$

Интеграл, стоящий в левой части [1], есть частный случай интеграла W. 412 (6), весьма общего, в котором следует положить $\mu = 0$, после чего найдем, изменив несколько обозначения, такую формулу:

$$\int_0^\infty J_0(\sqrt{\rho x})\,K_\nu\left(\sqrt{x}\,\frac{\sqrt{\alpha}+\sqrt{\beta}}{2}\right) I_\nu\left(\sqrt{x}\,\frac{\sqrt{\alpha}+\sqrt{\beta}}{2}\right) dx = \qquad [2]$$

$$= \frac{2}{\sqrt{\rho+\alpha}\cdot\sqrt{\rho+\beta}}\left(\frac{\sqrt{\rho+\alpha}-\sqrt{\rho+\beta}}{\sqrt{\rho+\alpha}+\sqrt{\rho+\beta}}\right)^\nu,$$

где

$$R(\nu) > -1; \quad R(\sqrt{\beta}) > 0.$$

Формула [2], благодаря определению и свойствам функции Макдональда $K_\nu(x)$, легко преобразуется в следующую:

$$\int_0^\infty J_0(\sqrt{\rho x})\,K_\nu\left(\sqrt{x}\,\frac{\sqrt{\alpha}+\sqrt{\beta}}{2}\right) K_\nu\left(\sqrt{x}\,\frac{\sqrt{\alpha}-\sqrt{\beta}}{2}\right) dx = \qquad [3]$$

$$= \frac{\pi}{\sin\nu\pi}\cdot\frac{1}{\sqrt{\rho+\alpha}\cdot\sqrt{\rho+\beta}}\cdot\left[\left(\frac{\sqrt{\rho+\alpha}+\sqrt{\rho+\beta}}{\sqrt{\rho+\alpha}-\sqrt{\rho+\beta}}\right)^\nu - \left(\frac{\sqrt{\rho+\alpha}-\sqrt{\rho+\beta}}{\sqrt{\rho+\alpha}+\sqrt{\rho+\beta}}\right)^\nu\right],$$

где

$$-1 < R(\nu) < 1.$$

* W. означает: Watson, „Theory of Bessel Functions"; следующие за W, цифры указывают страницу цитируемого сочинения и номер равенства (последний в скобках). Обозначения функций принимаем те же, что у Уотсона.

2°. Если применить к интегралу [2] известное преобразование Ханкеля (1) [W. 453 (3) и далее], то найдем интересный результат В. А. Фока, содержащийся в равенствах 31—33 его статьи „Zur Berechnung des elektromagnetischen Wechselstromfeldes bei ebener Begrenzung“ (2) и высказанный им еще ранее без доказательства (3). И наоборот, с помощью интеграла В. А. Фока и преобразования Ханкеля, интегралы [2] и [3] могут быть получены без затруднения.

3°. Если положить в равенстве [3] $\varrho = 0$, то найдем определенный интеграл, который служил предметом статьи профессора Н. С. Кошлякова „Об одном определенном интеграле, содержащем цилиндрическую функцию $K_\nu(x)$“ (4).

4°. Можно получить интегралы еще более общие, нежели установленные равенствами [2] и [3] или обратные им (в смысле обращения с помощью преобразования Ханкеля); такие интегралы будут содержать функции Лежандра $P_\nu^\mu(x)$ и $Q_\nu^\mu(x)$ и др. Примеры подобных выражений находим, между прочим, у W. 411—415 и в других местах. Мы также можем предложить аналогичные результаты, но не помещаем их здесь, ввиду некоторой громоздкости.

Поступило
17 III 1934.

MATHEMATIK

ÜBER EINIGE BESTIMMTE INTEGRALE MIT ZYLINDERFUNKTIONEN

Von A. POPOV

(*Vorgelegt von S. Wawilow, Mitglied der Akademie, d. 17. III. 1934*)

ZUSAMMENFASSUNG

Es werden die Formeln [2] und [3] des russischen Textes abgeleitet.

Eingegangen
d. 17. III. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITERATUR

[1] Nielsen. Handbuch der Theorie der Zylinderfunktionen. § 140. — В. И. Смирнов. Курс высшей математики. т. III, стр. 642. [2] V. Fock. Annalen der Physik, Bd. 17, H. 4, S. 408, 1933. [3] В. А. Фок. ЖРФХО, вып. 58, стр. 356, 1926. [4] Н. С. Кошляков. ДАН, 1934, № 3. [5] В. А. Фок. ДАН, 1934, № 8.

ФИЗИКА

О РОЛИ МЕХАНИЧЕСКОГО ДВОЙНИКОВАНИЯ ПРИ РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИИ ДЕФОРМИРОВАННЫХ ЦИНКОВЫХ МОНОКРИСТАЛЛОВ

В. Д. КУЗНЕЦОВ и В. А. ЗОЛОТОВ

(*Представлено академиком С. И. Вавиловым 27 II 1934*)

Вопрос о рекристаллизации металлов, несмотря на многочисленные исследования в этой области, продолжает оставаться далеким от разрешения. Мы не имеем ясного представления о механизме рекристаллизации и мы даже не знаем те условия, при которых мелкозернистый металл, путем предварительной деформации и последующего отжига, превращается в крупнозернистый или в одиночный кристалл. Существующая рецептура по выращиванию крупных кристаллитов весьма часто, например в случае железа, не приводит к цели. Явление рекристаллизации представляет большой интерес с теоретической точки зрения как переход из одного, менее устойчивого состояния в другое, более устойчивое и играет большую роль при термической обработке металлов.

Большинство исследований над рекристаллизацией металлических монокристаллов было произведено с алюминием. Сюда относятся работы ван Аркеля и ван Бруггена ([1]), ван Аркеля и Плоос ван Амстеля ([2]), Бека и Полани ([3]). Однако, для выяснения сущности рекристаллизации этот металл не представляет удобного объекта, так как при деформации монокристалла алюминия число возможных направлений скольжения доходит до 12.

Нам казалось, что для выяснения рекристаллизации монокристаллов наиболее пригодным является цинк, имеющий гексагональному решетку. Монокристалл цинка имеет только одну систему плоскостей скольжения, а именно систему плоскостей основного пинакоида $\{0001\}$, и поэтому можно ожидать, что у него процесс рекристаллизации не будет в такой степени осложнен, как у алюминия. Кроме того монокристальный цинк, при определенных условиях деформации, подвержен интенсивному двойникованию. Двойник с точки зрения кристаллографии представляет из себя устойчивое состояние, и поэтому с теоретической точки зрения представляет интерес разрешение такого вопроса: имеются две соприкасающиеся части кристалла — двойник и основной кристалл, — какая часть является более устойчивой и какая часть при нагревании будет расти за счет другой, менее устойчивой. Этот вопрос до сих пор, повидимому, никем не ставился и в литературе не освещен.

Во всех наших опытах мы пользовались монокристаллами цилиндрической формы диаметром около 3.5 мм, изготовленными по методу Бриджмена из достаточно чистого цинка. Нами проделаны следующие опыты.

1. Изгибались по дуге с различной кривизной монокристаллы двух типов. Первую группу составляли кристаллы, у которых угол между плоскостью базиса или основного пинакоида и осью стержня составлял около 4°, ко второй группе относились кристаллы, у которых этот угол равнялся около 50°. Гнутие кристаллов первой группы сопровождалось интенсивным образованием двойников, при гнутии кристаллов второй группы двойников не получалось. Согнутые до различной степени кривизны кристаллы обеих групп подвергались одновременно отжигу при

температуре 400° С в течение от получаса до полутора часов. Кристаллы первой группы давали интенсивную рекристаллизацию, вторые не обнаруживали следов рекристаллизации.

Мы выяснили, что двойниковые прослойки являются очагами зарождения и направлениями роста новых зерен. С возрастанием кривизны увеличивается число двойников, и вместе с ним растет способность к рекристаллизации. Процесс рекристаллизации проникает вглубь согнутого кристалла до той области, где растяжение выпуклой стороны переходит в сжатие вогнутой части. В сжатой части двойники не образуются, и новые зерна не возникают.

Полученные результаты наглядно показывают, что простое скольжение, которое имело место в кристаллах с большим углом наклона базиса к оси, не может служить причиной таких изменений в решетке, которые могли бы сообщить металлу способность к образованию новых зерен. Благоприятными условиями для рекристаллизации являются те перестройки в решетке, которые происходят в результате скачкообразного образования двойников.

2. У цинковых монокристаллов можно довольно легко получить скол по плоскости базиса {0001}, являющейся плоскостью весьма совершенной спайности, причем этот скол обладает гладкой, зеркальной плоскостью. В плоскость базиса вдавливалось острие граммофонной иглы под различной нагрузкой. Получались фигуры давления, представляющие собой три системы параллельных линий, пересекающихся между собой под углом в 60°; центральные линии, проходящие непосредственно через острие, образовывали шестилучевую звезду. Рядом опытов было выяснено, что линии фигур давления являются следами двойниковых прослоек, образующихся в плоскостях, наклонных к плоскостям базиса под определенным углом.

Фигуры давления уже после нагревания в течение 20—30 минут при 400° обнаруживали явление рекристаллизации, причем местами зарождения и направлениями роста новых зерен служили двойниковые слои.

3. Растягивались три группы цинковых монокристаллов с углами наклона плоскости базиса к оси в 4, 15 и 45°. Кристаллы с углом в 4° растягивались исключительно за счет образования двойниковых прослоек. При нагревании происходила рекристаллизация, причем очагами зарождения новых зерен служили двойники. Возникавшие новые зерна в большинстве случаев имели такую же ориентацию, как двойниковые слои. Процесс рекристаллизации заключался в расширении двойниковых прослоек.

Для кристаллов с углом в 15 и 45° двойникование начиналось только после более или менее значительного растяжения. Явление рекристаллизации обнаруживали только те образцы, у которых происходило двойникование. Растянутые монокристаллы без двойников совершенно не рекристаллизовались.

Новые зерна выростали только у широких двойниковых полос, узкие же полосы при нагревании только немного утолщались. Рост зерна происходил только до определенной величины, после чего практически прекращался.

4. На плоскости базиса кристаллов цинка наносились царапины под различными давлениями. Оказалось, что рекристаллизация происходит только в том случае, когда нанесение царапин сопровождается образованием двойников.

Из наших опытов с рекристаллизацией цинка можно сделать следующее заключение о самом механизме зарождения и роста новых зерен.

Состояние монокристалла мы представляем себе как состояние с минимальным содержанием и наиболее равномерным распределением внутренней потенциальной энергии, какое только может существовать в однофазном кристаллическом веществе. В результате всякой, даже самой ничтожной, деформации, эта равномерность нарушается, и в решотке, за счет энергии, затраченной при деформации, образуется большое количество мест с повышенным, по сравнению с соседними частями решотки, термодинамическим потенциалом, которые могут длительно носить характер метастабильного состояния. Процесс рекристаллизации можно рассматривать как один из путей выравнивания этих местных неравномерностей, состоящий в образовании, при определенных температурных условиях, новых центров кристаллической решотки с меньшим значением потенциальной энергии и в дальнейшем росте этих центров. С этой точки зрения представляется вполне вероятным, что процесс рекристаллизации будет начинаться и наиболее интенсивно протекать в таких местах решотки кристалла, где, в зависимости от условий деформации, появляются наиболее значительные концентрации напряжений, где решотка более всего искажена.

При деформации основной кристалл прорезается двойниковыми прослойками, которые при нагревании растут за счет основного кристалла. Это говорит о том, что двойниковая прослойка является более устойчивой, т. е. имеет меньший запас потенциальной энергии. Такое заключение, вытекающее из опытов с рекристаллизацией цинковых монокристаллов, является весьма правдоподобным, если рассматривать, что при деформации в кристалле постепенно накапливаются внутренние напряжения, которые разряжаются в виде образования двойников. Избыток внутренней энергии, который скапливается в деформированном кристалле, при образовании двойников переходит отчасти в звуковую энергию, — звук тем сильнее, чем больше ширина образующейся прослойки, — и отчасти в тепловую энергию.

Лаборатория молекулярной физики
Сибирского физико-технического института.
Томск.

Поступило
27 II 1934.

PHYSIK

ÜBER DIE ROLLE DER MECHANISCHEN ZWILLINGSBILDUNG BEI REKRISTALLISATION DEFORMIERTER ZINK-MONOKRISTALLE

Von V. KUZNECOV und V. ZOLOTOV

(*Vorgelegt von S. Wawilow, Mitglied der Akademie, d. 27. II. 1934*)

Die Frage der Rekristallisation von Metallen bleibt, ungeachtet zahlreicher Untersuchungen auf diesem Gebiete, noch weit entfernt von einer befriedigenden Lösung. Wir haben keine klare Vorstellung vom Mechanismus der Rekristallisation und kennen nicht einmal diejenigen Bedingungen, bei welchen feinkörniges Metall in Folge vorhergehender Deformation und

nachfolgenden Temperns in grobkörniges oder in ein Monokristall sich verwandelt. Die vorhandene Rezeptur für das Grossziehen von einzelnen Kristalliten führt, wie z. B. im Falle des Eisens, sehr oft nicht zum Ziele. Die Erscheinung der Rekristallisation bietet vom theoretischen Standpunkt aus ein grosses Interesse als Übergang aus einem weniger stabilen, in einen anderen mehr stabilen Zustand und spielt bei der thermischen Bearbeitung der Metalle eine grosse Rolle.

Die vorhanden Untersuchungen der Rekristallisation von metallischen Monokristallen wurden in der Mehrzahl an Aluminium ausgeführt. Hierher gehören die Arbeiten von van Arkel und van Bruggen (1), von van Arkel und Ploos van Amstel (2), von Beck und Polanyi (3). Zur Aufklärung des Wesens der Rekristallisation bietet dieses Metall jedoch kein geeignetes Objekt, da bei der Deformierung eines Aluminium-Monokristalls die Zahl der möglichen Gleitrichtungen bis zu 12 erreichen kann.

Uns schien für den betreffenden Zweck das Zink am geeignetsten zu sein, zumal dieses Metall ein hexagonales Gitter besitzt. Die Zink-Monokristalle haben überhaupt nur ein System von Gleitflächen, nämlich das Flächen-System des Haupt-Pinakoids $\{0001\}$, und daraufhin lässt sich erwarten, dass hier der Rekristallisationsprozess nicht in dem Masse verwickelt sein wird, wie das beim Aluminium der Fall ist. Ausserdem ist der Zinkmonokristall bei bestimmten Verhältnissen der Deformation einer intensiven Zwillingsbildung unterworfen. Der Zwilling stellt, vom Standpunkt der kristallographie aus betrachtet, einen stabilen Zustand dar und ist deshalb im rein theoretischer Hinsicht aus die Lösung nachfolgender Frage interessant: von zwei in Berührung stehenden Teilen eines Kristalls, — von Zwilling und Grundkristall, — welches ist der stabilere und dazu befähigt bei Erwärmung auf Rechnung des anderen, weniger stabilen, anzuwachsen? Diese Frage wurde offenbar bisher noch von keinem Forscher aufgeworfen und bleibt in der einschlägigen Literatur unerörtert.

Wir verwendeten bei allen unseren Versuchen Monokristalle zylindrischer Form von ungefähr 3.5 mm Duchmesser, welche nach Bridgeman's Verfahren aus genügend reinem Zink angefertigt waren. Wir führten die nachfolgenden Versuche aus.

1. Monokristalle von zweierlei Typus wurden in die Form von Bogen verschiedener Krümmung gezwängt. Die erste Gruppe bestand aus Kristallen, bei welchen der Winkel zwischen Basisfläche oder Grund-Pinakoid und der Achse des Stabes ca. 4° betrug; zur zweiten Gruppe gehörten Kristalle, bei denen dieser Winkel ca. 50° erreichte. Die Verbiegung der Kristalle der ersten Gruppe wurde von einer intensiven Bildung von Zwillingen begleitet; dieselbe Behandlung von Kristallen der zweiten Gruppe ergab keinerlei Zwillinge. Bis zu verschiedenen Krümmungsgraden gebogene Kristalle der beiden Gruppen wurden gleichzeitig dem Tempern bei einer Temperatur von 400° C im Laufe von 1—$1^1/_2$ Stunde unterworfen. Die Kristalle der ersten Gruppe gaben eine intensive Rekristallisation, in der zweiten dagegen zeigten sich keine Spuren von Rekristallisation.

Wir haben nachgewiesen, dass die zwillinghaltigen Schichten Keimstätten und Richtungen des Wachsens neuer Körner darstellen. Mit dem Anwachsen der Krümmung steigt die Zahl der Zwillinge und zugleich damit wächst die Fähigkeit zur Rekristallisation. Der Rekristallisationsprozess dringt in die Tiefe des gekrümmten Kristalles bis zu dem Gebiet, wo die Dehnung der konvexen Seite in das Zusammendrücken des konkaven Teiles übergeht. Im komprimierten Teile bilden sich keine Zwillinge und entstehen keine neuen Körner.

Die erhaltenen Resultate zeigen deutlich, dass das gewöhnliche Gleiten, welches in den Kristallen mit grossem Neigungswinkel der Basis zur Achse stattfand, nicht als Ursache solcher Veränderungen im Gitter angesehen werden kann, welche dem Metall die Fähigkeit zur Bildung neuer Körner mitteilen könnten. Günstige Bedingungen für die Rekristallisation bieten diejenigen Umwandlungen im Gitter, die als Resultat sprungartiger Zwillingsbildung eintreten.

2. Bei Zink-Monokristallen lässt sich recht leicht ein Abspalten längs der Basisfläche {0001} erhalten, welche eine Fläche von sehr vollkommener Spaltbarkeit bildet, wobei diese Abspaltung eine spiegelglatte Fläche besitzt. In die Basisfläche wurde die Spitze einer Grammophonnadel gedrückt unter wechselnder Belastung. Man erhielt Druckfiguren, die drei, unter einem Winkel von 60° sich kreuzende Systeme paralleler Linien boten; die zentralen, direkt durch die Spitze verlaufenden Linien bildeten einen sechsstrahligen Stern. Eine Reihe von Versuchen hat uns erwiesen, dass die Linien der Druckfiguren Spuren der Zwillingsschichten sind, welche sich in zu den Basisflächen unter einem bestimmten Winkel geneigten Flächen bilden.

Die Druckfiguren zeigten für eine Erwärmung bei 400° C schon im Laufe von 20—30 Minuten Rekristallisationserscheinungen, wobei als Keimstätten und Richtungen des Wachsens neuer Körner die Zwillingsschichten dienten.

3. Es wurden drei Gruppen von Zink-Monokristallen mit Neigungswinkeln der Basisfläche zur Achse von 4, 15 und 45° gedehnt. Kristalle mit einem Winkel von 4° wurden ausschliesslich auf Rechnung der Bildung von Zwillingsschichten gedehnt. Die Rekristallisation ging während der Erwärmung vor sich, als Keimstätten neuer Körner dienten hierbei die Zwillinge. Die neugebildeten Körner hatten grösstenteils dieselbe Orientierung wie die Zwillingsschichten. Der Rekristallisationsprozess bestand in einer Erweiterung der Zwillingsschichten. Bei Kristallen, bei welchen die betreffenden Winkel 15 und 45° ausmachten, setzte die Zwillingsbildung nur nach einer mehr oder weniger erheblichen Dehnung ein. Rekristallisationserscheinungen wiesen nur diejenigen Exemplare auf, bei denen Zwillingsbildung im Gange war. Gedehnte Monokristalle ohne Zwillinge rekristallisierten überhaupt nicht.

Neue Körner bildeten sich nur an den breiten Zwillingsstreifen, die schmalen Streifen jedoch wurden während der Erwärmung nur wenig dicker. Das Anwachsen der Körner verlief nur bis zu einer bestimmten, Grösse, worauf es tatsächlich sogut wie gänzlich aufhörte.

4. Auf die Basisfläche der Zinkkristalle wurden bei verschiedenem Druck Ritzen aufgetragen. Es erwies sich, dass die Rekristallisation nur in dem Falle vor sich geht, wenn das Ritzen von Zwillingsbildung begleitet wird.

Aus unseren mit Zink angestellten Rekristallisationsversuchen kann man folgenden Schluss ziehen über den eigentlichen Mechanismus von Keimen und Wachsen neuer Körner.

Den Zustand des Monokristalls stellen wir uns vor als einen Zustand mit minimalem Gehalt und regelmässigster Verteilung der inneren Potentialenergie, wie er nur in einem einphasigen kristallischen Stoff bestehen kann. Als Resultat einer jeden Deformation, sogar der allergeringsten, wird diese Gleichmässigkeit gestört und es bildet sich im Gitter, auf Rechnung der während der Deformation verbrauchten Energie, eine grosse Anzahl von Stellen mit einem im Vergleich zu den angrenzenden Teilen des Git-

ters erhöhten thermodynamischen Potential, Stellen, die andauernd den Charakter eines metastabilen Zustandes aufweisen können. Den Rekristallisationsprozess kann man als einen der Wege zur Ausgleichung dieser lokalen Unregelmässigkeiten ansehen, welcher darin besteht, dass in bestimmten Temperaturverhältnissen neue Zentren des Kristallgitters mit einem geringeren Wert der Potentialenergie sich bilden und weiterhin noch anwachsen. Von diesem Standpunkt aus erscheint es vollkommen möglich, dass der Rekristallisationsprozess nur an solchen Stellen des Kristallgitters einsetzen und am intensivsten verlaufen wird, wo, nach Massgabe der Deformationsbedingungen, besondere Spannungskonzentrationen auftreten, wo das Gitter am meisten entstellt ist.

Bei der Deformation wird der Grundkristall von Zwillingsschichten durchschnitten, die bei Erwärwung auf Rechnung des Grundkristalles wachsen. Das spricht dafür, dass die Zwillingsschicht standhafter ist, d. h. einen kleineren Vorrat von Potentialenergie besitzt. Solch eine Folgerung, die den Versuchen der Rekristallisation mit Zinkmonokristallen entspringt, ist sehr wahrscheinlich, wenn man in Augenschein nimmt, dass sich bei der Deformation im Kristall allmählich innere Spannungen ansammeln, die sich in der Bildung von Zwillingen entladen. Diese Fulle der inneren Energie, welch sich im deformierten Kristall ansammelt, geht bei der Bildung von Zwillingen teils in Schallenergie, — der Schall ist um so stärker, je grösser die Breite der sich bildenden Schicht, — und zum Teil in Wärmeenergie über.

Laboratorium für Molekularphysik
des sibirischen physikalisch-technischen Instituts.
Tomsk.

Eingegangen
d. 27. II. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITERATUR

[1] A. E. van Arkel u. M. G. van Bruggen. Z f. Phys., **42**, 795, 1927. [2] A. E. van Arkel u. I. I. Ploos van Amstel. Z. f. Phys., **62**, 46, 1930. [3] P. Beck. u. Polanyi. Z. f. Elektrochemie, **37**, 52, 1931.

ФИЗИКА

В. М. ЧУЛАНОВСКИЙ и М. П. МОХНАТКИН

ТОНКОЕ СТРОЕНИЕ ТРИПЛЕТА $(2s^2)(2p)\,3s\ ^3\Phi \rightarrow (2s^2)(2p^2)\ ^3\Phi$ АТОМА УГЛЕРОДА

(*Представлено академиком Д. С. Рождественским 15 I 1934*)

При съемке спектрограмм в шумановской области часто, вследствие загрязнения в спектральной трубке, на пластинке получается тесная группа линий углерода (C I) около λ 1656 Å.

Эти линии очень тонки и могут служить в качестве нормалей. Настоящее сообщение явилось результатом обработки спектрограмм, снятых для другой цели, и вызвано, во первых, более полным разрешением группы (одна из линий группы разрешена на две) и, во вторых, возмож-

ностью дать более точные значения длин волн отдельных линий группы вследствие присутствия хорошо промеренных Экефорсом (1) линий азота и линии ртути Hg II λ 1649. 959 Å, измеренной Пашеном.

В табл. 1 выписаны полученные из опыта значения λ и ν. Третий столбец содержит данные Эдлена (2). Табл. 2 изображает схему группы, как она дана Фаулером и Сельвином (3). Полученные нами разности сходятся точнее, чем у них и чем вычисленные по данным Эдлена.

Таблица 1—Tabelle 1

λ Å	ν cm^{-1}	λ Å B. Edlen
1656.290	60375.90	1656.28
1656.951	60351.81	1657.00
1657.027	60349.05	1657.39
1657.406	60335.25	
1656.935	60316.00	1657.91
1658.148	60308.28	1658.14

Таблица 2—Tabelle 2

	$2_p\ ^3\Phi_2$	$2_p\ ^3\Phi_1$	$2_p\ ^3\Phi_0$
$3_s\ ^3\Phi_0$		60316.00	
		(*19,25*)	
$3_s\ ^3\Phi_1$	60308.28; (*26,97*)	60335.25; (*16.56*)	60351.81
	(*40.77*)	(*40.65*)	
$3_s\ ^3\Phi_2$	60349 05; (*26.85*)	60375 90	

По совпадению этих разностей можно считать, что длина волны этих линий по отношению к другим линиям группы определена с погрешностью, не превышающей 0.002—0.003 Å. Абсолютная же погрешность в определении длины волны вероятно порядка 0.01 Å.

Государственный оптический институт.
Ленинград.

Поступило
15 I 1934.

PHYSIK

ÜBER FEINSTRUKTUR DES TRIPLETTS $(2s^2)(2p)\,3s\,^3\Phi \rightarrow (2s^2)(2p^2)\,^3\Phi$ DES KOHLENSTOFFATOMS

Von V. ČULANOVSKIJ und M. MOCHNATKIN

(*Vorgelegt von D. Roždestvenskij, Mitglied der Akademie, d. 15. I. 1934*)

Bei Aufnahmen von Spektrogrammen im Schumanngebiete kommt es häufig vor, dass infolge von Verunreinigungen in der Spektralröhre eine enge Gruppe von Kohlenstofflinien (C I) erscheint, in der Nahe von 1656 Å gelegen. Diese Linien sind sehr fein und können als Normale dienen. Vorliegende Notiz ist als Resultat einer Bearbeitung von ursprünglich für einen anderen Zweck bestimmten Spektrogrammen entstanden und ist dadurch veranlasst dass, erstens eine vollständigere Auflösung der Gruppe gegeben ist (eine von den Linien der Gruppe ist in zwei aufgelöst) und zweitens, sich die Möglichkeit bot genauere Werte der Wellenlängen für die Gruppe anzugeben, dank der Anwesenheit der von Ekefors [1]) genau gemessenen Stickstofflinien und der von Paschen gemessenen Quecksilberlinie Hg II λ 1649. 959 Å

In Tab. 1 (S. 19) sind die Werte von λ Å und ν cm^{-1} nach unseren Messungen angeführt; die dritte Spalte der Tabelle enthält die von Edlen [2]) ermittelten Werte. Tab. 2 (S. 19) veranschaulicht das Schema der Gruppe, wie es von Fowler und Selvin gegeben wurde [3]).

Die erhaltenen Differenzen stimmen nach unseren Messungen genauer überein als bei letztgenannten Verfassern und auch genauer, als die auf Grund der von Edlen angegebenen Werte berechneten. Nach dem Übereinstimmen dieser Differenzen lässt sich vermuten, dass der Fehler bei der Bestimmung der Wellenlänge dieser Linien im Verhältnis zu den anderen Linien der Gruppe 0.002—0.003 Å nicht übersteigen dürfte. Der absolute Fehler in der Bestimmung der Wellenlänge ist wahrscheinlich von der Ordnung von 0.01 Å.

Staatl. optisches Institut.
Leningrad.

Eingegangen
d. 15. I. 1934.

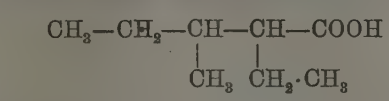
ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITERATUR

[1] E. Ekefors. Z. f. Phys., Bd. 63, 437, 1930. [2] B. Edlen. Z. f. Phys., Bd. 85, 85, 1933. [3] A. Fowler and E. W. H. Selvin. Proc. Roy. Soc. (A), 118, 35, 1928.

ХИМИЯ

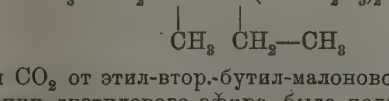
М. М. КАЦНЕЛЬСОН и М. С. КОНДАКОВА

ОБ 1-ЭТИЛ-2-МЕТИЛ-ВАЛЕРИАНОВОЙ КИСЛОТЕ



(*Представлено академиком А. Е. Фаворским 13 II 1934*)

С целью исследования природы нафтеновых кислот, содержащих также и жирные кислоты (1), мы синтезировали 1-этил-2-метил-валериановую кислоту для ознакомления со свойствами чистой кислоты и ее производных. Данная кислота была получена следующим путем: образующийся насыщением вторичного бутилового алкоголя бромистым водородом вторичный бромистый бутил $CH_3—CH_2—CHBr—CH_3$ был превращен действием на натр-этил-малоновый эфир в диэтиловый эфир этил-втор.-бутил-малоновой кислоты.



Отщеплением CO_2 от этил-втор.-бутил-малоновой кислоты, образующейся при омылении диэтилового эфира, была получена 1-этил-2-метил-валериановая кислота.

Вышеуказанная 1-этил-2-метил-валериановая кислота содержит два асимметрических атома углерода и при отщеплении CO_2 от этил-бутил-малоновой кислоты можно было ожидать образования двух оптически недеятельных стереоизомеров этил-метил-валериановой кислоты. При получении ниже описанных кристаллических производных кислоты мы не могли открыть присутствия двух различных веществ при их кристаллизации. Повидимому и здесь, как и при получении диметил-валериановой кислоты (2), в наших условиях образовался лишь один из двух возможных стереоизомеров.

ОПИСАНИЕ ОПЫТОВ

Получение этил-втор.-бутил-малонового эфира

К натриевому производному этил-малонового эфира, полученному из 253 г этил-малонового эфира, 340 г абсолютного алкоголя и 31 г натрия, было прибавлено 208 г вторичного бромистого бутила (23 г избытка против теоретического количества), после чего смесь нагревалась 5 часов на кипящей водяной бане. После отгонки спирта к остатку была прибавлена вода. Верхний слой был отделен от водного, и последний экстрагировался эфиром. Эфирный раствор был прибавлен к отделенному верхнему слою и сушился сплавленным хлористым кальцием. После отгонки эфира остаток подвергался фракционировке.

Получены следующие фракции:

210 — 225°	— 133.6 г
225 — 240	— 87.5 „
240 — 247	— 52.4 „

Вес эфира т. к. 240—247° при 25° . . .	1.0807 г
„ воды при 25°	1.1043 „

$d^{25}/_{25} = 0.9786$

Высшая фракция с точкой кипения 240—247° была омылена раствором 44 г едкого кали в 110 г абсолютного спирта. По прибавлении кислоты к выпавшей калиевой соли, получен маслянистый продукт, после долгого стояния в вакуум-эксикаторе он закристаллизовался. После кристаллизации из бензола полученная этил-бутил-малоновая кислота плавилась при 108—109°.

Навеска 0.1905 г; получено 0.4026 г CO_2 и 0.1487 г H_2O
$C_9H_{16}O_4$: вычислено % C — 57.47; % H — 8.51
найдено % C — 57.63; % H — 8.73

Серебряная соль кислоты была приготовлена растворением кислоты в слабом аммиаке и осаждением раствором азотносеребряной соли.

Навеска 0.0449 г; получено 0.0240 г Ag
$C_9H_{14}O_4Ag_2$: вычислено % Ag — 53.67
найдено % Ag — 53.45

1-этил-2-метил-валериановая кислота была получена из этил-втор.-бутил-малоновой кислоты нагреванием при 150—160° до прекращения выделения углекислоты. Образовавшаяся одноосновная кислота перегналась при 217—220°.

Навеска 0.2078 г; получено 0.5066 г CO_2 и 2078 г H_2O
$C_8H_{16}O_2$: вычислено % C — 66 66; % H — 11.11
найдено % C — 66.73; % H — 11.15

Вес кислоты	при	18°	1.0189 г
„ воды	„	„	1.1059 „
„ кислоты	„	0°	1.0330 „
„ воды	„	„	1.1062 „

$d^{18}/_{18}$ — 0.9213; d% — 0.9339

Серебряная соль кислоты представляет белый порошок, не растворимый в воде.

Навеска 0.1288 г; получено 0.0553 г Ag
$C_8H_{15}O_2Ag$: вычислено % Ag — 42.94; найдено % Ag — 42.93

Метиловый эфир этил-метил-валериановой кислоты был получен из серебряной соли кипячением с иодистым метилом в абсолютном эфире. Точка кипения 168—170° при 760 мм.

Навеска 0.1198 г; получено 0.2990 г CO_2 и 0.1231 г H_2O
$C_8H_{18}O_2$: вычислено % C — 68.35; % H — 11.39
найдено % „ — 68 07; % „ — 11.49

Вес эфира	при	18°	0.9800 г
„ воды	„	„	1.1059 „
„ эфира	„	0°	0.9963 „
„ воды	„	„	1.1062 „

$d^{18}/_{18}$ — 0.8861; d% — 0.9006

Хлорангидрид кислоты был получен нагреванием кислоты с треххлористым фосфором на водяной бане. Хлорангидрид перегонялся в вакууме при 66—72° при 20 мм.

Амид кислоты был приготовлен пропусканием газообразного аммиака в бензольный раствор хлорангидрида. После обработки водой бензольный слой сушился. После отгонки бензола, остаток представляющий сырой амид, перекристаллизовывался из бензола. Получены иглы с точкой плавления 114—115°.

Навеска 0.1518 г; получено N 13.06 см³ (20.5°, 751.5 мм)
$C_8H_{17}ON$: вычислено % N — 9.79; найдено % N — 9.91

Анилид получается при кипячении бензольного раствора хлорангидрида с бензольным раствором анилина. Бензольный раствор встряхивается с разбавленной соляной кислотой, бензольный слой отделяется и высушивается. После отгонки бензола остаток, представляющий сырой анилид, перекристаллизовывается из разбавленного спирта.

Полученный анилид плавится при 108—109°.

Навеска: 0.1412 г; получено N — 8.02 см³ (20.5° 746 мм)
$C_{14}H_{21}ON$: вычислено % N — 6.39
найдено % N — 6.48

Лаборатория по изучению и синтезу растительных и животных веществ Академии Наук.
Москва.

Поступило
13 II 1934.

ХИМИЯ

ÜBER DER 1-ÄTHYL-2-METHYL-VALERIANSÄURE

$$CH_3—CH_2—\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}—\underset{\displaystyle CH_2—CH_3}{\underset{|}{CH}}—COOH$$

Von M. KATZNELSON und M. KONDAKOVA

(*Vorgelegt von A. Favorskij, Mitglied der Akademie, d. 13. II. 1934*)

Zum Zweck von Untersuchung der Natur der Naphthensäuren, die auch fette Säuren enthalten, (¹) haben wir die 1-Äthyl-2-Methyl-Valeriansäure synthesiert um die Eigenschaften der reinen Säure und ihrer Derivate kennen zu lernen. Diese Säure wurde folgendermassen erhalten: das, durch Sättigung des sekundären Butylalkohols mit Bromwasserstoff sich bildende sekundäre Butylbromid $CH_3—CH_2—CHBr—CH_3$ wurde durch Wirkung auf Natriumäthylmalonester zu Diäthylester der Butylmalonsäure umgewandelt:

$$CH_3—CH_2—\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}—\underset{\displaystyle CH_2—CH_3}{\underset{|}{C}}(COOC_2H_5)_2$$

Durch Abspaltung des Kohlendioxyds von der Äthyl-sek.-Butylmalonsäure, die sich bei Verseifung des Diäthylesters bildet, wurde die 1-Äthyl-2-Methyl-Valeriansäure gewonnen.

Obige Säure enthält zwei asymmetrische Kohlenstoffatome, was zur Erwartung berechtigte, dass bei der Abspaltung des Kohlendioxyds von der Äthylbutylmalonsäure sich zwei optisch inaktive Stereoisomere der Äthylmethylvaleriansäure bildeten. Für die unten beschriebenen kristallinischen Derivate unserer Säure waren wir nicht im Stande, während deren Kristallisation, die Anwesenheit zweier verschiedenen Substanzen nachzuweisen. Es scheint auch hier, wie bei Darstellung der Dimethylvaleriansäure (²) in unseren Versuchsbedingungen sich nur der eine von zwei möglichen Stereoisomeren gebildet zu haben.

EXPERIMENTELLER TEIL

Darstellung des Äthyl-sek.-Butylmalonester

Zum Natriumderivat des Äthylmalonesters, das aus 253 g Äthylmalonester 340 g abs. Alkohol und 31 g Natrium erhalten war, wurde 208 g sek. Butylbromids (23 g Überschuss gegen die theoretische Menge) hinzugefügt, alsdann wurde die Mischung im Laufe von 5 Stunden auf einem siedenden Wasserbad erhitzt. Nach Abdestillierung des Alkohols wurde zum Rückstande Wasser zugefügt. Die obere Schicht wurde von der wässerigen abgetrennt, und letztere mittels Äther extrahiert. Die Ätherlösung wurde zur abgetrennten Obernschicht hinzugefügt und mit geschmolzenem Calziumchlorid getrocknet.

Nach Abtreibung des Äthers unterwarf man den Rückstand einer fraktionierten Destillation.

Es wurden folgende Fraktionen erhalten:

210 — 225° — 136.6 g
225 — 240° — 87.5 „
240 — 247° — 52.4 „

d_{25} — 0.9786

Die höhere Fraktion, die bei 240—247° siedete, wurde mittels einer Lösung von 44 g Ätzkali in 110 g abs. Alkohol verseift. Nach Säurezusatz zum ausgefällten Kaliumsalz erhielt man ein öliges Produkt, welches beim längerem Stehen im Vakuum-Exsikkator in kristallinischen Zustand überging. Die nach Auskristallisieren aus Benzol erhaltene Äthylbutylmalonsäure schmolz bei 108 bis 109°.

0.1905 g Subst.: 0.4026 g CO_2, 0.1487 g H_2O
$C_9H_{16}O_4$: berechnet C — 57.47%; H — 8.51%
gefunden C — 57.63; H — 8.73

Das entsprechende Silbersalz wurde durch Auflösung der Säure in schwacher Ammoniakflüssigkeit und Fällung mit Silbernitratlösung dargestellt.

0.0449 g Subst.: 0.0240 g Ag
$C_9H_{14}O_4Ag_2$: berechnet Ag — 53.67%
gefunden Ag — 53.45%

1-Äthyl-2-Methyl-Valeriansäure wurde durch Erhitzen der Äthyl-sek.-Butylmalonsäure bei 150—160° bis zum Aufhören der Kohlendioxydentwicklung, erhalten. Die so gebildete einbasische Säure wurde bei 217—220° destilliert.

0.2078 g Subst.: 0.5066 g CO_2, 0.2078 g H_2O
$C_8H_{16}O_2$: berechnet C — 66.66%; H — 11.11%
gefunden C — 66.73%; H — 11.15%

d_{18} — 0.9213; d_0 — 0.9389

Das Silbersalz dieser Säure ist ein weisses in Wasser unlösliches Pulver.

0.1288 g Subst.: 0.0553 g Ag
$C_8H_{15}O_2Ag$: berechnet Ag — 42.94%
gefunden Ag — 42.93%

Der Äthylmethylvaleriansäure-Methylester wurde durch Kochen des Silbersalzes mit Methyljodid in abs. Äther erhalten. Siedepunkt 168 bis 170° bei 760 mm.

0.1198 g Subst.: 0.2990 g CO_2, 0.1231 g H_2O
$C_8H_{18}O_2$: berechnet C — 68.35%; H — 11.39
gefunden C — 68.07%; H — 11.49%

d_{18} — 0.8861; d_0 — 0.9006

Das Chloranhydrid der Säure wurde durch Erhitzung der Säure mit Phosphortrichlorid auf dem Wasserbad erhalten.

Das Chloranhydrid wurde im Vakuum bei 66 bis 72° unter 20 mm destilliert.

Das Amid der Säure wurde mittels Einleiten von Ammoniakgas in der Benzollösung von Chloranhydrid dargestellt. Nach der Zufügung von Wasser wurde die benzolhaltige Schicht getrocknet. Nach Abdestillierung des Benzols liess man den Rückstand, welcher aus dem rohen Amid besteht, aus dem Benzol umkristallisieren. Es wurden Nadeln mit dem Schmelzpunkt bei 114—115° erhalten.

0.1518 g Subst.: N 13.06 cm^3 (20.5°, 751.5 mm)
$C_8H_{17}ON$: berechnet N — 9.79%; gefunden: 9.91%

Das Anilid wurde durch Sieden der Benzollösung des Chloranhydrids mit der Benzollösung von Anilin dargestellf. Die Benzollösung wird mit verdünnter Salzsäure geschüttelt, die benzolhaltige Schicht abgetrennt und getrocknet. Nach Abdestillierung des Benzols wird der Rückstand, welcher das rohe Anilid darstellt, aus verdünntem Alkohol umkristallisiert.

Das gewonnene Anilid schmilzt bei 108 bis 109°.

0.1412 g Subst.: N 8.02 cm^3 (20.5°, 746 mm)
$C_{14}H_{21}ON$; berechnet N — 6.39%
gefunden N — 6.48%

Laboratorium für Untersuchung und Synthese der pflanzlishen und tierischen Stoffen der Akademie der Wissenschaften. Moskau.

Eingegangen d. 18. II. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITERATUR

[1] А. Е. Чичибабин, Ф. В. Чириков, М. М. Кацнельсон, С. И. Корягин и Г. В. Челинцев. О кислотах кавказской нефти, ИМЕН, 1932; см. тоже Extrait des Comptes rendus du onzième Congrès de Chimie industrielle sur les Acides du Pétrole de Bakou. A. Tschitschibabin, F. Tschirikow, M. Katznelson, S. Koragin und G. Tschelintzew. Über die Säuren des Kaukasischen Erdöls. BAS-MN, 1932; s. auch Extrait des Comptes rendus du onzième Congrès de Chimie industrielle sur les Acides du Pétrole de Bakou. [2] А. Е. Чичибабин и М. М. Кацнельсон. Об 1, 2-диметилвалериановой кислоте. ИМЕН, 1933. A. Tschitschibabin und M. Katznelson. Über die 1.2-Dimethylvaleriansäure. BAS-MN, 1933.

ФИЗИОЛОГИЯ

А. ХАРИТ и Н. ХАУСТОВ

ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ В РАБОТАЮЩЕЙ МЫШЦЕ

III. ГЛЮТАТИОН ПРИ РАБОТЕ МЫШЦЫ

(*Представлено академиком А. Н. Бахом 26 II 1934*)

В предыдущих сообщениях[1] было установлено, что окислительно-восстановительный потенциал в крови и моче человека понижается под влиянием мышечной работы. Одним из соединений, могущих обусловить указанное явление и вместе с тем быть самому им обусловленным, является открытый в 1921 году Гопкинсом глютатион. Глютатиону в его восстановленной форме (GSH) отводится важная роль в окислительно-восстановительных процессах. Нам казалось поэтому важным проследить влияние мышечной работы на восстановленный (GSH) и окисленный (GS-SG), формы глютатиона в крови и в мышцах. Тем более, что имеющиеся в литературе данные по этому вопросу нельзя считать в полной мере исчерпывающими. Для определения глютатиона в крови мы пользовались методом Вудворда и Фрея[2]; соответствующие изменения, внесенные нами в этот метод, позволили применить его для оценки глютатиона в мышцах.

Опыты проводились следующим образом: m. gastrocnemius у собаки раздражался in situ в течение 15—40 минут индукционным током. Кровь для исследования бралась одновременно, как до опыта, так и после раздражения из art. и v. femoralis. В опытах над мышцами, последние, после раздражения в течение указанного выше времени, возможно быстро отпрепаровывались, взвешивались и подвергались соответствующей обработке. Контролем служила вторая парная (симметричная) мышца, раздражение которой не проводилось. Мы приводим здесь некоторые данные из целого ряда поставленных опытов.

Таблица 1

Влияние мышечной работы на содержание GSH и GS — SG в крови

Род крови	GSH		GS-SG		GSH + GS-SG		Раздражение
	До опыта	После опыта	До опыта	После опыта	До опыта	После опыта	
1. Арт.	21.6	20.7	0.9	4.2	25.05	24.9	60 мин.
Веноз.	22.35	18.0	2.7	5.4	25.05	23.4	
2. Арт.	22.9	22.8	1.0	4.85	23.7	27.6	20 мин
Веноз.	27.3	23.4	1.4	4.10	28.4	28.4	
3. Арт.	35.1	34.8	1.5	2.45	36.6	37.3	15 мин
Веноз.	36.5	34.45	2.5	3.85	39.0	37.8	

Таблица 2

Влияние мышечной работы на содержание GSH в мышцах

	До опыта	После опыта	Продолжительность раздражения
1	47.04 мг %	53.8 мг %	45 мин.
2	38 мг	43 мг	45 мин.
3	40.28 мг	45.71 мг	45 мин.

Как видно из таблиц в артериальной и венозной крови после мышечного раздражения происходит уменьшение GSH. Для венозной крови это уменьшение выражено ярче. Содержание GS-SG в венозной и артериальной крови после опыта увеличивается. В мышечной ткани после сокращения происходит обратное явление: содержание GSH увеличивается. Окисленный глютатион в тканях нам не удалось фиксировать и определить в соответствии с данными Бириха и Розенбоома. В развитие высказанного в предыдущих сообщениях толкования окислительно-восстановительного процесса и объяснение полученных нами с глютатионом данных представляется нам в следующем виде. Явления „кислородного дефицита", наблюдаемого в тканях организма после работы, ведут к понижению окислительно-восстановительного потенциала, а это, в свою очередь, ведет к увеличению в тканях восстановленного глютатиона. Усиленная потребность тканей в кислороде не в состоянии покрываться только „лябильным" („активным") кислородом, и вследствие этого данный процесс одновременно дополняется каталитическим окислением путем дегидрирования с помощью глютатиона. В соответствии с этим работающая мышца параллельно усилению окислительных процессов, связанных с мышечным сокращением, задерживает восстановленный глютатион, с помощью которого в дальнейшем, возможно, и происходит частичное восстановление потенциальной энергии мышцы. Мы поэтому наблюдаем и уменьшение GSH в артериальной, а особенно в стекающей из мышцы венозной крови.

Мышца таким образом при работе задерживает восстановленный глютатион, в то время как до работы она его выделяет. Окисленный же глютатион и при работе, также как и до работы, выделяется мышцей в кровь, не задерживаясь ею, будучи очевидно мало активным в процессах мышечного сокращения.

Лаборатория обмена веществ
Ленинградского государственного университета.

Поступило
26 II 1934.

OXYDATIONS-REDUKTIONSPROZESSE IM ARBEITENDEN MUSKEL

III. DAS GLUTATHION BEI DER MUSKELARBEIT

Von A. CHARIT und N. CHAUSTOV

(*Vorgelegt von A. Bach, Mitglied der Akademie, d. 26. II. 1934*)

In unseren vorhergehenden Mitteilungen (1) wurde festgestellt, dass das Oxydations-Reduktionspotential im Blut und im Harn des Menschen unter dem Einfluss von Muskelarbeit abnimmt. Eine von den Verbindungen, welche diese Erscheinung bedingen und gleichzeitig ihrerseits selber dadurch bedingt sein können, ist das 1921 von Fr. Hopkins entdeckte Glutathion. Dem Glutathion wird in seiner reduzierten Form (GSH) eine wichtige Rolle in den Oxydations-Reduktionsprozessen eingeräumt. Daher erschien es uns von wesentlichem Interesse, den Einfluss der Muskelarbeit auf die reduzierte (GSH) und die oxydierte (GS-SG) Formen des Glutathions im Blut und im Harn zu verfolgen, umsomehr, als die in der einschlägigen Literatur vorhandenen diesbezüglichen Daten nicht in vollem Masse als erschöpfend angesehen werden dürfen. Für die Bestimmung des Glutathions im Blut machten wir vom Woodward und Frey'schen Verfahren (2) Gebrauch; entsprechende Abänderungen, die wir hierbei vornahmen; gestatteten uns das Verfahren zur Abschätzung des Glutathions in Muskeln anzuwenden.

Die Versuche wurden folgendermassen angestellt: der *m. gastrocnemius* wurde beim Hunde *in situ* im Laufe von 15—40 Minuten mittels Induktionsstrom gereizt. Das Blut wurde zur Untersuchung gleichzeitig, vor wie nach der Reizung, der *art.* und der *v. femoralis* entnommen. In den an Muskeln angestellten Versuchen wurden letztere, nach Erregung im Verlaufe der angegeben Zeitspanne, mit grösstmöglicher Geschwindigkeit präpariert, abgewogen und der weiteren sachgemässen Behandlung unterzogen. Zur Kontrolle bediente man sich des zweiten paarweisen (symmetrischen) Muskels, welcher ungereizt blieb. Hier sollen einige Ergebnisse aus einer ganzen Reihe von angestellten Versuchen angeführt werden.

Tabelle 1

Einfluss von Muskelarbeit auf den Gehalt an GSH und an GS — SG im Blute

Beschaffenheit des Blutes	GSH		GS-SG		GSH + GS-SG		Reizdauer
	Vor d. Vers.	Nach d. Vers.	Vor d. Vers.	Nach d. Vers.	Vor d. Vers.	Nach d Vers.	
1. Art.	21.6	20.7	0.9	4.2	25.01	24.9	60 Min.
Ven.	22.35	18.0	2.7	5.4	25.05	23.4	
2. Art.	22.9	22.8	1.0	4.85	23.7	27.6	20 Min.
Ven.	27.3	23.4	1.4	4.10	28.4	28.4	
3. Art.	35.1	34.8	1.5	2.45	36.6	37.3	15 Min.
Ven.	36.5	34.45	2.5	3.85	39.0	37.8	

Tabelle 2

Einfluss von Muskelarbeit auf den Gehalt an GSH in Muskeln

	Vor d. Vers.	Nach d. Vers.	Reizdauer
1	47.04%	53.8%	45 Min.
2	38	43	45 Min.
3	40.28	45.71	45 Min.

Wie aus den Tabellen ersichtlich, geschieht im arteriellen und im venösen Blute nach erfolgter Reizung ein Abnahme von GSH; im venösen Blute ist diese Abnahme schärfer ausgesprochen. Der Gehalt an GS-SG im venösen und arteriellen Blute erfährt nach dem Versuche eine Zunahme. Im Muskelgewebe tritt nach geleisteter Arbeit die umgekehrte Erscheinung ein: der Gehalt an GSH nimmt zu. Das oxydierte Glutathion im Gewebe zu fixieren und gemäss den Angaben von Bierich und Rosenboom zu fixieren ist uns einstweilen nicht gelungen.

In Ausführung der in unseren vorherigen Mitteilungen ausgesprochenen Deutung des Oxydations-Reduktionsprozesses erscheint uns auch die Erklärung der mit dem Glutathion erhaltenen Ergebnisse in folgender Gestalt. Die in den Geweben des Organismus beobachteten Erscheinungen von „Sauerstoffdefizit" führen zu einer Herabsetzung des Oxydations-Reduktionspotentials und dieser Umstand hat wiederum eine Zunahme von reduziertem Glutathion in den Geweben zur Folge. Das erhöhte Bedürfnis der Gewebe nach Sauerstoff kann keineswegs mit dem einen „labilen" („aktiven") Sauerstoff gedeckt werden, weswegen der betrachtete Prozess gleichzeitig noch durch eine katalytische Oxydation durch Dehydrierung mittels Glutathion ergänzt wird. Dementsprechend behält der arbeitende Muskel, parallel mit einer Steigerung der mit Muskelkontraktion verknüpften Oxydationsprozesse, das reduzierte Glutathion zurück, mit dessen Hilfe, möglicherweise, im Weiteren auch die teilweise Wiederstellung der potentiellen Energie des Muskels stattfindet. Daher beobachten wir auch eine Abnahme von GSH im arteriellen, insbesondere aber im aus dem Muskel abfliessenden venösen Blute. So behält denn der Muskel bei der Arbeit das reduzierte Glutathion zurück, während er dasselbe vor der Arbeit ausscheidet. Das oxydierte Glutathion dagegen wird bei der Arbeit ebensogut wie vor derselben vom Muskel ins Blut ausgeschieden, ohne aufgehalten zu werden, da es offenbar in den Prozessen der Muskelkontraktion wenig aktiv ist.

Laboratorium für Stoffwechsel der
Staatl. Universität Leningrad.

Eingegangen
d. 26. II. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITERATUR

[1] А. Ю. Харит и И. И. Федоров. ДАН, 1931, №№ 2 и 3. A. Charit u. I. Fedorov. C. R. de l'Acad. d. Sci. de l'URSS, 1939, №№ 2 и 3. [2] Woodward and Frey. Journ. Biol. Chem., 97, 465, 1932.

ФИЗИОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

Э. АСРАТЯН

ВЛИЯНИЕ ПИЩЕВОГО БЕЗУСЛОВНОГО РЕФЛЕКСА НА СООТВЕТСТВУЮЩИЕ УСЛОВНЫЕ РЕФЛЕКСЫ

(*Представлено академиком И. П. Павловым 20 II 1934*)

Взаимодействие различных частей центральной нервной системы является твердо установленным фактом в физиологии. Методом условных рефлексов показано, что это взаимодействие достигает наибольшей степени сложности, разнообразии и подвижности в высшем отделе центральной нервной системы — в больших полушариях. Многочисленными работниками лаборатории акад. И. П. Павлова среди других вопросов этой области достаточно подробно изучены также некоторые стороны взаимодействия условных и безусловных рефлексов.

В течение 1931—32 гг. на двух собаках „Арч“ и „Масис“ я занялся детальным изучением одного факта, с которым столкнулся во время моей работы и который, как я потом выяснил, в ином виде был установлен еще Болдыревым и Нейцом и в недавнее время был подтвержден Рикманом. Установленный этими исследованиями факт заключается в том, что условные рефлексы уменьшаются от укорочения пауз между применением условных раздражителей. Мое же случайное наблюдение относится к первому по очереди рефлексу в опыте, именно: этот рефлекс резко уменьшался, когда я условный раздражитель пускал в ход 15—20 секунд спустя после окончания еды первой „зарядковой“ порции пищи, иначе говоря, когда безусловный рефлекс еле-еле успел затухнуть. Мое наблюдение имело прямое указание на то, что в установленном Болдыревым факте, помимо всего прочего, замешено также влияние безусловных рефлексов на условные рефлексы. Так как интимная сторона вопроса никем не была выяснена и для объяснения факта возник ряд теоретических предложений среди нас (индукционное влияние безусловных рефлексов на условные рефлексы, истощение центров, суккессивная индукция безусловного рефлекса на самого себя и т. д.), то я занялся экспериментальным разрешением вопроса.

Во-первых, для более подробного изучения вопроса я в пределах 15—100 секунд многократно варьировал паузу между окончанием еды первой „зарядковой“ порции пищи и началом действия того или иного условного раздражителя и подробно устанавливал связь между величиной паузы и условными рефлексами. Было точно установлено для всех наличных условных рефлексов (на звонок, метроном, свет, касальку), что эти условные рефлексы тем слабее, чем в указанных выше пределах меньше пауза между окончанием действия условного и началом действия безусловного раздражителей (например для „Арч“ на шипение были: пауза 20 сек. — рефлекс 12 делений; 30 сек. — 20 делений; 60 сек. — 29 делений; 75 сек. — 34 деления и т. д.). Затем в ряде опытов была точно установлена суммарная величина безусловного рефлекса (до полного его затухания) на безусловный раздражитель стандартного веса и состава. Подсчет величины рефлекса велся по 15 секунд в течение $1^1/_2$ минуты. Выяснилось, кстати, что величина рефлекса поразительно постоянна, не только в течение одного опыта, но и в течение ряда последовательных опытов, если соблюсти примерно одинаковые условия опытов. (У собаки

„Арч", например, в одном опыте безусловный рефлекс на 12 г мясосухарного порошка, смоченного 10 см³ водой, равнялся 138, 135, 136, 139, 136 делениям шкалы.) После того как контрольными опытами было установлено это постоянство безусловного рефлекса, я ставил опыты такого характера: чередовал стандартные порции пищи с большими порциями (обыкновенными для подкрепления условных рефлексов) и в течение одного опытного сеанса варьировал паузу между окончанием еды больших порций и дачей еды стандартных порций. При этом опять по 15 секунд точно измерял величину безусловного рефлекса на стандартный безусловный раздражитель. Многочисленными такими опытами было выяснено, что тут мы имеем совершенно противоположную картину тому, что было с условными рефлексами, именно: в пределах 15—200 секунд чем меньше пауза между окончанием еды больших порций и началом еды стандартной порции, тем больше суммарный безусловный рефлекс на последнюю. (Например, для того же „Арч" имелись: при паузе в 140 секунд — величина рефлекса в 124 деления; 20 сек. — 168 делений; 165 сек. — 127 делений; 50 сек. — 145 делений; 210 сек. — 129 делений; 165 сек. — 121 деление; 30 сек. — 156 делений и т. д.)

Сопоставление опытов этих двух рядов позволяет думать, что безусловный рефлекс в продолжение некоторого отрезка времени после окончания своего действия (очевидно также при самом действии) оказывает тормозящее влияние на условные рефлексы. Очевидно это торможение индукционного характера. Далее из этих опытов явствует, что ослабление условных рефлексов, в результате укорочения пауз между применением условных раздражителей (Болдырев, Нейц, Рикман), обуславливается именно этим (индукционным) торможением безусловного рефлекса на условные рефлексы, а не сукцессивным индукционным торможением безусловного рефлекса на самого себя и не истощением или утомлением центров безусловного рефлекса. Если сукцессивная индукция существует для безусловного слюнного рефлекса, то она осуществляется очевидно в других временных пределах, чем мною исследованные.

Физиологический институт
Академии Наук. Ленинград.

Поступило
20 II 1934.

ANIMAL PHYSIOLOGY

THE INFLUENCE OF AN UNCONDITIONED FOOD REFLEX UPON THE CORRESPONDING CONDITIONED REFLEXES

By E. HASRATĬAN *

(*Communicated by I. Pavlov, Member of the Academy, 20. II. 1934*)

The interaction of the various parts of the central nervous system is a firmly established fact in physiology. By the method of conditioned reflexes it has been shown that this interaction attains the highest degree of complexity, diversity, and mobility in the highest division of the central nervous system — the great hemispheres. Among other problems of this sphere, some aspects of the interaction between conditioned and unconditioned reflexes have been studied with sufficient closeness by the numerous

* In Nos 8 and 9 of C. R. de l'Acad. d. Sci. de l'URSS the name of the present writer should read Hasratĭan and not Asratĭan.

workers of Academician I. Pavlov's laboratory. During 1931—32 I experimented upon the dogs Arch and Masis, being engaged in a detailed study of a fact I had come across in my work and which, as I found out later, had been established in a different form by Boldyrev and Neiz and was recently corroborated by Rikman. The fact established by these investigations is that conditioned reflexes diminish with the shortening of the intervals between the application of conditioned stimuli. My chance observation relates to the first reflex in the experiment, viz: this reflex markedly diminished when I applied a conditioned stimulus 15—20 seconds after the first taking of food, in other words, when the unconditioned reflex had barely disappeared. My observation clearly indicated that, apart from other things, the influence of unconditioned reflexes upon conditioned ones was largely responsible for the fact established by Boldyrev. Since the essence of the phenomenon had not been elucidated by anybody, and a number of theoretical suggestions aiming at its explanation had sprung up among us (the inducing influence of unconditioned reflexes upon conditioned ones, the exhaustion of the centres, the local successive induction of the unconditioned reflex, etc.), I set about solving the problem experimentally.

In the first place, for the purpose of a closer study of the problem, I repeatedly varied within the limits of 15—100 seconds the interval between the end of the first taking of food and the beginning of the action of some conditioned stimulus and ascertained in detail the connexion existing between the length of the interval and the conditioned reflexes. It was established with precision with regard to all the conditioned reflexes (those to the bell, metronome, light, mechanical stimulus) that these conditioned reflexes are the weaker the shorter (within the above-mentioned limits) is the interval between the end of the action of a conditioned stimulus and the beginning of the action of an unconditioned stimulus (for instance for Arch in the case of hissing the interval and the reflex were respectively: 20 seconds — 12 points of the scale, 30 seconds — 20 points, 60 seconds — 29 points, 75 seconds — 34 points, etc.). Then by a number of experiments I established the exact magnitude of the unconditioned reflex (till its complete extinction) to an unconditioned stimulus of a standard weight and composition. The magnitude of the reflex was measured every 15 seconds during $1^1/_2$ minutes. It was found, by the way, that the magnitude of a reflex is remarkably constant, not only in the course of one and the same experiment, but also in the course of a series of successive experiments, if the conditions of the experiments are approximately the same. (For instance, in one of the experiments the conditioned reflex of the dog Arch to 12 g of meat-and-rusk powder moistened with 10 cm^3 of water was 138, 135, 136, 139, 137 points of the scale.) When the constancy of unconditioned reflexes had been established by control experiments, I adopted the followidg procedure: standard portions of food were alternated with larger portions (usual for strengthening conditioned reflexes), and the interval between the eating of larger and standard portions of food was varied within one experiment. The magnitude of the unconditioned reflex to a standard unconditioned stimulus was again exactly measured every 15 seconds.

The results yielded by numerous experiments of this kind were entirely different from those obtained in the case of conditioned reflexes, viz.: the less the interval between the eating of larger and standard portions of food (within the space of 15—200 seconds) the greater the cumu-

lative unconditioned reflex to the latter. (For instance, the magnitudes of the reflex of the dog Arch and the corresponding intervals were respectively: 140 seconds — 124 points of the scale, 20 seconds — 168 points, 165 seconds — 127 points, 50 seconds — 145 points, 210 seconds — 129 points, 165 seconds — 121 points, 30 seconds — 156 points, etc.) The comparison of the experiments of these two series justifies the inference to the effect that the unconditioned reflex exerts an inhibitory influence upon conditioned reflexes during a certain period of time after it has ceased to act (obviously also while it is acting). This inhibition is apparently of the nature of induction. Further, it follows from these experiments that the weakening of conditioned reflexes resulting from the shortening of intervals between the application of conditioned stimuli (Boldyrev, Neiz, Rikman) is caused exactly by this (inductive) inhibition of the unconditioned reflex to conditioned reflexes, and not by the local successive inductive inhibition of the unconditioned reflex, nor by an exhaustion or fatigue of the centres of the unconditioned reflex. If successive induction exists for unconditioned salivary reflexes, it is apparently realized within other time limits than those investigated in my experiments.

Physiological Institute
of the Academy of Sciences.
Leningrad.

Received
20. II. 1934.

ГЕНЕТИКА

А. С. СЕРЕБРОВСКИЙ

О СВОЙСТВАХ МЕНДЕЛИСТИЧЕСКИХ РАВЕНСТВ

(*Представлено академиком А. А. Рихтером 17 III 1934*)

Начиная с де-Фриза (1900), в генетической литературе встречаем равенства вида:

$$Aa \times Aa = AA + 2Aa + aa \qquad [1]$$

$$Aa \times aa = Aa + aa$$

$$AaBb \times aabb = AaBb + Aabb + aaBb + aabb \qquad [2]$$

и т. п.

Эти выражения, назовем их менделинами, правильно описывают объективную природу, и например менделина [1] читается так: „гетерозиготная особь Aa скрещенная с такой же особью, дает в потомстве одну часть гомозиготов AA, две части гетерозиготов Aa и одну часть рецессивных гомозиготов aa".

С алгебраической точки зрения, однако, эти равенства абсурдны. Укажем, например, что правая часть [1] есть разложение бинома $(A + a)^2$, почему в левой части должно быть $Aa = A + a$. Однако в правой части такое же Aa вовсе не есть $A + a$, но произведение Aa, и т. д.

Начиная с 1926 г. мы старались придать этой менделистической символике такой вид, чтобы она позволяла оперировать с ней, производить различные выкладки, не впадая при этом ни в алгебраический, ни в биологический абсурд. Для этого потребовалось ввести оригинальное дей-

ствие „расщепления“, символизирующее соответственный биологический процесс, и обозначаемое стрелкой.

$$Aa \rightarrow A + a$$

$$AA \rightarrow A + A \qquad [3]$$

$$AaBb \rightarrow (A + a)(B + b)$$

и т. п.

Эти выражения мы называем сегрегинами (от segregatio = расщепление). Можно установить целый ряд свойств сегрегин, например возможность почленного сложения, умножения и пр., и вскрыть самый смысл этого действия. Для обычных диплоидных организмов расщепление есть переход одного из типов псевдопроизведения (см. ниже) в сумму. Это, однако, частный случай. У тетраплоидов сегрегина примет, например, такой вид:

$$AA'aa' \rightarrow AA' + Aa + Aa' + A'a + A'a' + aa'$$

$$AAaa \rightarrow AA + 4Aa + aa$$

Используя действие расщепления, перепишем менделину [1] так:

$$Aa \times Aa \rightarrow (A + a)(A + a) = AA + 2Aa + aa \qquad [4]$$

Здесь мы вскрываем, что в левой части имеются два различных „произведения“, так как то, которое символизируется косым крестом, после расщепления не превращается в сумму подобно псевдопроизведению Aa. В этом отношении $\times$-произведение сходно с произведением Aa на Bb в [3], которое, однако, тоже является псевдопроизведением. Введем следующие три знака для обозначения трех действий, похожих на умножение:

$\times$ скрещивание,
$_\circ$ оплодотворение,
$.$ комбинирование генов при мейозисе.

Имеют место следующие свойства:

$$_\circ \rightarrow + \text{ (для диплоидов)}$$

$$\times \rightarrow {}_\circ$$

$$. \rightarrow .$$

Менделина [2] может быть теперь написано так:

$$A_\circ a \,.\, B_\circ b \times a_\circ a \,.\, b_\circ b \rightarrow [(A + a) \,.\, (B + b)]_\circ [(a + a) \,.\, (b + b)] =$$

$$= [A.B + A.b + a.B + a.b]_\circ [a.b] = (A.B)_\circ (a.b) + (A.b)_\circ (a.b) + \qquad [5]$$

$$+ (a.B)_\circ (a.b) + (a.b)_\circ (a.b)$$

Между членами правой части [5] и левой части остается все-таки различие в расположении букв и знаков „ “ и „ $_\circ$ “. Это вполне отражает и биологическое различие: в правой части мы имеем лишь символизированный процесс оплодотворения $(\,.\,)_\circ(\,.\,)$, встречу гамет, а в левой части мы имеем уже зиготу $(_\circ) \,.\, (_\circ)$. Необходимо иметь поэтому ввиду два со-

стояния: гаметизированное (Г) и зиготизированное (Z). Переход от Г к Z происходит по следующему закону:

$$\Gamma(.)_{\circ}(.)=Z(_{\circ}).(_{\circ})$$

$$\Gamma(..)_{\circ}(..)=Z(_{\circ}).(_{\circ}).(_{\circ})$$

и т. д.

Менделина [5] примет теперь окончательный и полный вид (опуская некоторые скобки):

$$Z\,A_{\circ}a.B_{\circ}b\times a_{\circ}a.b_{\circ}b\rightarrow\Gamma(A.B+A.b+a.B+a.b)_{\circ}(a.b)=$$

$$=\Gamma\,A.B_{\circ}a.b+A.b_{\circ}a.b+a.B_{\circ}a.b+a_{\circ}b.a_{\circ}b=$$

$$=Z\,A_{\circ}a.B_{\circ}b+A_{\circ}a.b_{\circ}b+a_{\circ}a.B_{\circ}b+a_{\circ}a.b_{\circ}b$$

Пользуясь установленными правилами, мы получаем возможность быстрого решения сложных менделистических задач. Приведем несколько примеров.

Пример 1. В F_2 от скрещивания белой мыши $aaBB$ с черной $AAbb$ получено 9 серых: 3 черным: 4 белым. Рассчитать результат массового скрещивания серых с белыми из F_2. Иначе:

$$(AABB+2AaBB+2AABb+4AaBb)\times(aaBb+2aaBb+aabb)=?$$

Решение. Сначала упрощаем задание вынесением за скобки псевдомножителей с сохранением соответствующих знаков псевдоумножения, затем гаметизируем, а после зиготизируем обратно:

$$=Z\,[(A_{\circ}A+2A_{\circ}a).(B_{\circ}B+2B_{\circ}b)\times[aa.(BB+2Bb+bb)]=$$

$$=\Gamma\,[(2A+a).(2B+b)]_{\circ}[a.(B+b)]=$$

$$=Z\,[(2A+a)_{\circ}a].[(2B+b)_{\circ}(B+b)=Z\,(2Aa+aa).(2BB+3Bb+bb)=$$

$$=Z\,4AaBB+6AaBb+2Aabb+2aaBB+3aaBb+aabb$$

т. е. 10 серых + 2 черных + 6 белых или 5 : 1 : 3.

Таким образом мы получаем ответ сразу без необходимости отдельно расчитывать 12 дигибридных скрещиваний. В случае три- или тетрагибридного скрещивания такой расчет был бы особенно сложным и утомительным, а, идя указанным путем, мы и такую задачу решаем почти столь же просто.

Значение подобного упрощения менделистических задач становится особенно большим потому, что благодаря ему мы получаем возможность вывода дальнейших закономерностей, еще более упрощающих решение сложнейших задач. Приведем примеры такого дальнейшего упрощения.

Пример 2. Рыжие коровы aa покрыты черным быком-гетерозиготом Aa. Полученное F_1 покрыто снова быком Aa, F_2 покрыто быком aa, F_3 покрыто быком AA, F_4 — быком Aa, F_5 — быком aa. Каков состав гамет F_6?

Решение:

$$\underset{1}{aa}\times\underset{1}{Aa}\times\underset{2}{Aa}\times\underset{4}{aa}\times\underset{8\ 8}{AA}\times\underset{16}{Aa}\times\underset{32}{aa}\qquad 32\times4=128$$

$$1+2+8+8+16=\frac{35\ldots A}{93\ldots a}$$

Ответ: состав гамет F_6 будет $35A:93a$.

Столь же изумительно просто решаем и задачу, в которой вместо одного быка в каждом поколении действует целая популяция их, например:

Пример 3. Имеем ряд последовательных скрещиваний:

$$♀♀\,(AA + 3Aa + 3aa) \times (2AA + aa)\,♂♂$$

$$\downarrow$$

$$F_1 \times (3AA + Aa + aa)\,♂♂$$

$$\downarrow$$

$$F_2 \times (Aa + 3aa)\,♂♂$$

$$\downarrow$$

$$F_3$$

Определить состав гамет F_3 поколения.

Решение:

$$\overset{1}{(AA + 3Aa + 3aa)} \times \overset{1}{(2AA + aa)} \times \overset{2}{(3AA + Aa + aa)} \times \overset{4}{(Aa + 3aa)} \qquad 4 \times 4 = 16$$

$$\frac{1+1+3\cdot 1}{7} = \frac{5}{7} \qquad \frac{2(1+1)}{3} = \frac{4}{3} \qquad \frac{3(2+2)+2}{5} = \frac{14}{5} \qquad \frac{4}{4} = 1$$

$$\frac{5}{7} + \frac{4}{3} + \frac{14}{5} + 1 = 5.847 \ldots A \qquad p = \frac{5.847}{16} = 0.365$$

$$16 - 5.847 = 10.153 \ldots a \qquad q = \frac{10.153}{16} = 0.635$$

Ответ: пропорция гамет в F_3 — $0.365A : 0.635a$.

Решение задачи свелось к подсчету суммы значений букв A. Значение каждого A указано цифрой верхнего ряда (1 1 2 4 и т. д. 2^n).

Числители дробей являются суммами значения A в каждой популяции. Знаменатели — суммы коэффициентов. Цифра 16 есть результат умножения последнего показателя верхнего ряда на постоянный множитель 4, являющийся результатом проделанных сокращений при выводе формулы.

Продолжая наше исследование, мы стремимся получить возможность решения и еще более сложных задач, связанных с вопросами селекции домашних животных, где обычное сейчас применение непрерывных функций не всегда способно достаточно правильно отразить объективную природу явлений, связанных с прерывистой комбинаторикой генов.

Лаборатория генетики
Московского государственного
университета.

Поступило
17 III 1934.

GENETICS

ON THE PROPERTIES OF THE MENDELIAN EQUATIONS

By A. SEREBROVSKIJ

(Communicated by A. Richter, Member of the Academy, 17.III.1934)

Beginning with de-Vries (1900), in the genetical literature there have been met the equations of the kind:

$$Aa \times Aa = AA + 2Aa + aa \qquad [1]$$

$$Aa \times aa = Aa + aa$$

$$AaBb \times aabb = AaBb + Aabb + aaBb + aabb \qquad [2]$$

and so on.

These 'Mendelines', as we call them, describe adequately the facts they relate to. For example the Mendeline [1] reads as follows: 'two heterozygous individuals Aa when crossed together give in their offspring one part of homozygotes AA to two parts of heterozygotes Aa and to one part of recessive homozygotes aa'.

From the algebraical point of view, however, these equations are absurd. For instance, the right part of the equation [1] is the unfolding of the binomial $(A+a)^2$, whence $Aa = A+a$ in the left part. As to the right part, however, the same symbol Aa does not at all mean $A+a$, but the product Aa, and so on.

Since 1926 we have tried to express these Mendelian symbols in such a way as to be able to use them in different calculations without committing either algebraical or biological incongruities. In order to achieve this, we had to introduce a new operation of 'segregation' symbolizing the corresponding biological process and indicated by an arrow:

$$Aa \rightarrow A+a$$
$$AA \rightarrow A+A \qquad [3]$$
$$Aa\,Bb \rightarrow (A+a)(B+b)$$

and so on.

We give the name of 'segregines' to such expressions. They possess a number of properties. The further analysis reveals the meaning of this operation. For the usual diploid organisms the segregation transforms one of the types of 'pseudoproducts' (*vide infra*) into a sum. But it is only a particular case. In the tetraploids the segregation will acquire the following form:

$$AA'\,aa' \rightarrow AA' + Aa + Aa' + A'a + A'a' + aa'$$
$$AAaa \rightarrow AA + 4Aa + aa$$

Applying the operation of segregation to [1], we obtain:

$$Aa \times Aa \rightarrow (A+a)(A+a) = AA + 2Aa + aa \qquad [4]$$

This reveals the presence of two types of 'products' in the left part of the equation. The one which is symbolized by one oblique cross is not transformed after segregation into a sum, as is the case of the 'product' Aa. In this respect the $\times$-product is similar to the product of Aa by Bb in the Mendeline [3]. However, both are pseudoproducts.

We have to introduce the following three signs for symbolizing three operations resembling multiplication:

$\times$ crossing,
$\circ$ fertilization,
$\cdot$ recombination of the genes during meiosis.

We observe the following properties:

$$\circ \rightarrow + \text{ (for diploids)}$$
$$\times \rightarrow \circ$$
$$\cdot \rightarrow \cdot$$

The Mendeline [2] can now be expressed as follows:

$$A_{\circ}a\,.\,B_{\circ}b \times a_{\circ}a\,.\,b_{\circ}b \rightarrow [(A+a)\,.\,(B+b)]_{\circ}[(a+a)\,.\,(b+b)] =$$

$$= [A\,.\,B + A\,.\,b + a\,.\,B + a\,.\,b]_{\circ}[a\,.\,b] = \qquad [5]$$

$$= (A\,.\,B)_{\circ}(a\,.\,b) + (A\,.\,b)_{\circ}(a\,.\,b) + (a\,.\,B)_{\circ}(a\,.\,b) + (a\,.\,b)_{\circ}(a\,.\,b)$$

Still there remains a difference between the terms of the right [5] and the left part in respect of the arrangement of the symbols and signs '.' and '$_{\circ}$'. This wholly expresses the biological difference, for the right part symbolizes the process of fertilization $(.)_{\circ}(.)$ and the left part represents a zygote $(_{\circ})\,.\,(_{\circ})$. It is necessary, therefore, to bear in mind the two conditions, gametized (Γ) and zygotized (Z). The transition from Γ to Z takes place according to the following law:

$$\Gamma(.)_{\circ}(.) = Z(_{\circ})\,.\,(_{\circ}),$$

$$\Gamma(..)_{\circ}(..) = Z(_{\circ})\,.\,(_{\circ})\,.\,(_{\circ})$$

and so on.

The Mendeline [5] will finally take the following form:

$$Z\,A_{\circ}a\,.\,B_{\circ}b \times a_{\circ}a\,.\,b_{\circ}b \rightarrow \Gamma(A\,.\,B + A\,.\,b + a\,.\,B + a\,.\,b)_{\circ}(a\,.\,b) =$$

$$= \Gamma A\,.\,B_{\circ}a\,.\,b + A\,.\,b_{\circ}a\,.\,b + a\,.\,B_{\circ}a\,.\,b + a\,.\,b_{\circ}a\,.\,b =$$

$$= Z\,A_{\circ}a\,.\,B_{\circ}b + A_{\circ}a\,.\,b_{\circ}b + a_{\circ}a\,.\,B_{\circ}b + a_{\circ}a\,.\,b_{\circ}b$$

The above rules provide us with an easy solution of complex Mendelian problems. Let us consider several examples.

Example 1. In the F_2 from a cross between a white mouse *aaBB* with a black one *AAbb* the ratio 9 gray: 3 black: 4 white is obtained. What will be the result of a mass random cross of gray × white from the F_2? Otherwise:

$$(AABB + 2AaBB + 2AABb + 4AaBb) \times (aaBB + 2aaBb + aabb) = ?$$

The solution:

$$= Z\,[(A_{\circ}A + 2A_{\circ}a)\,.\,(B_{\circ}B + 2B_{\circ}b)] \times [aa\,.\,(BB + 2Bb + bb)] =$$

$$= \Gamma\,[(2A + a)\,(2B + b)]_{\circ}[a\,.\,(B + b)] =$$

$$= Z\,[(2A + a)_{\circ}a]\,.\,[(2B + b)_{\circ}(B + b)] = Z(2Aa + aa)\,.\,(2BB + 3Bb + bb) =$$

$$= Z4AaBB + 6AaBb + 2Aabb + 2aaBB + 3aaBb + aabb$$

i. e. 10 gray + 2 black + 6 white or 5 : 1 : 3.

Thus we get at once the solution instead of the necessity of calculating 12 dihybrid crossings, as has usually to be done. In case of a tri- or tetrahybrid crossing, such a calculation would be extremely difficult and complicated. The above-suggested will enable us to solve such a problem nearly as eaily as the former.

The simplification introduced by means of this method in the solution of Mendelian problems is especially valuable, for it makes it possible to deduce further rules, still further simplifying the most complex problems. An example will serve to illustrate this simplification.

Example 2. Red cows *aa* are mated to a black heterozygous sire *Aa*. The F_1 obtained is again mated to a sire *Aa*, the F_2 — to a sire *aa*, the F_3 — to a sire *AA*, the F_4 — to a sire *Aa* and the F_5 — to a sire *aa*. What will be the composition of the gametes in the F_6?

The solution:

$$\underset{aa}{1} \times \underset{1}{\underset{Aa}{1}} \times \underset{2}{\underset{Aa}{2}} \times \underset{aa}{4} \times \underset{88}{\underset{AA}{8}} \times \underset{16}{\underset{Aa}{16}} \times \underset{aa}{32} \qquad 32 \times 4 = 128$$

$$1+2+8+16 = \begin{matrix} 35 \ldots A \\ 93 \ldots a \end{matrix}$$

The answer: the composition of the gametes in F_6 will be $35A : 93a$.

As easy is the solution of the problem in which the dams in each generation are mated to a whole population of sires instead of one, for example:

Example 3.

$$♀♀ (AA + 3Aa + 3aa) \times (2AA + aa)\,♂♂$$

$$\downarrow$$

$$F_1 \times (3AA + Aa + aa)\,♂♂$$

$$\downarrow$$

$$F_2 \times (Au + 3aa)\,♂♂$$

$$\downarrow$$

$$F_3$$

What will be the constitution of the gametes of the F_3? The solution:

$$\underset{(AA + 3Aa + 3aa)}{1} \times \underset{(2AA + aa)}{1} \times \underset{(3AA + Aa + aa)}{2} \times \underset{(Aa + 3aa)}{4} \qquad 4 \times 4 = 16$$

$$\frac{1+1+3\cdot 1}{7} = \frac{5}{7} \qquad \frac{2(1+1)}{3} = \frac{4}{3} \qquad \frac{3(2+2)+2}{5} = \frac{14}{5} \qquad \frac{4}{4} = 1$$

$$\frac{5}{7} + \frac{4}{3} + \frac{14}{5} + 1 = 5.847 \ldots A \qquad p = \frac{5.847}{16} = 0.365$$

$$16 - 5.847 = 10.153 \ldots a \qquad q = \frac{10.153}{16} = 0.635$$

The answer: the proportion of the A and a gametes in the F_3 equals $0.365A : 0.635a$.

The solution of the problem has been reduced to the summation of the values of the symbols A. The value of each A is indicated by the numbers in the upper row (1 1 2 4 and so on 2^n). The numerators are represented by the sums of the A in each population. The denominators are represented by the sums of the coefficients of multinomials. The figure 16 is the result we obtain by multiplying the last indicator of the upper row by 4. This coefficient 4 is constant.

Developing these studies, we hope to obtain the possibility of solving even more complicated problems, especialy so in respect of those connected with the selection of live-stock, where the usual application of continuous functions is not always adequate enough to express the nature of the discontinuous phenomena of the recombination of genes.

Laboratory of Genetics
of the Moscow State University.

Received
17.III.1934.

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

П. Г. ПОТАПОВ и Н. Т. СТАНКОВ

О СУТОЧНОЙ ПЕРИОДИЧНОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

(*Представлено академиком А. А. Рихтером 3 II 1934*)

Чрезвычайно важным завоеванием новейших исследователей является установление того факта, что явление обменной адсорбции при взаимодействии растения с питательным раствором можно считать решающим процессом в поступлении минеральных веществ в растение. Этот факт, с несомненной ясностью экспериментально обоснованный последними работами Дево, Женевуа, Иенни и Сабинина ([1, 2, 3, 4]), характеризует новый этап в изучении эндосмоза питательных веществ в растении.

При нормальной жизнедеятельности растения, продуктом обмена будет, главным образом, выделяемая корневой системой углекислота.

В свете этих представлений логически неизбежной становится связь двух процессов: дыхания корневой системы и поступления минеральных веществ в растение. Последние работы Люндегорда, Бриггса и Петри ([5, 6]) довольно определенно доказывают существование такой связи. Но важно не только установить связь, а и выявить ведущий фактор.

По мнению Люндегорда анионы солей влияют на скорость дыхания, а мы в отличие от него считаем, что скорость поступления электролитов в корневую систему обусловлена потоком продуктов окислительного распада веществ и, прежде всего, H_2CO_3 из клеток корня. Напряженность процесса дыхания, также обусловленная целым рядом факторов и, прежде всего, наличием энергетического материала, определит скорость поступления минеральных веществ. Постоянное изменение внутреннего состояния корневой системы неизбежно должно отразиться и на скорости проникания веществ в растение.

Фактором, определяющим поступление веществ, становится не сопротивление фильтрации, в известной мере статистический фактор, а непрерывно меняющийся поток продуктов окислительного распада. Периодичность ряда процессов в растении, несомненно отражающаяся на энергии дыхания, должна предопределить и периодичность минерального питания.

Целью настоящего исследования и было выявить эту закономерность и определить ведущий фактор в данном процессе.

В отличие от предыдущих исследователей, изучавших дыхание и поглощение минеральных веществ на различных растениях, мы попытались провести аналогичные наблюдения на одном растении в более короткие промежутки времени.

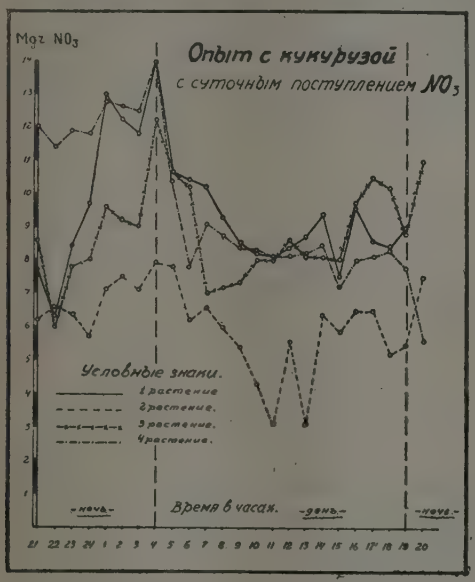
Методически это, конечно, наиболее правильный путь. В этом случае отпадает основное возражение против работ такого рода, а именно, однородность растений, определяемая по внешнему виду, еще не дает права делать заключение об одинаковой поглощающей поверхности корневой системы.

Следовательно, растения различные по дыханию, могут отличаться и поглощающей поверхностью корня.

Опыт был проведен с кукурузой „Конский зуб", выращенной в водной культуре. Возраст растений в первом опыте 31 день, во втором 40 дней. Изучаемый фактор, как это и принято в физиологических

работах, перед опытом на некоторое время выключался. И так, если изучалось поступление нитратов, то растения за два дня до опыта ставились на питательную смесь без азота; если PO_4, то на то же время без фосфора.

Таким образом подготовленные растения поступали в опыт. Все растения были с хорошо развитой корневой системой и мощной надземной массой. Повторность в опыте четырехкратная.



Фиг. 1. — Fig. 1.

О количестве поступивших анионов судили по изменению их концентрации в питательном растворе.

Выделившаяся углекислота определялась титрованием питательного раствора.

Исходная концентрация была всегда одна и та же, а именно: NO_3—18 мг на одно растение, CO_4—5 мг на растение.

Концентрация NO_3 и PO_4 была взята с таким расчетом, чтобы она за опытный период уменьшалась приблизительно вдвое.

Остальные элементы соответственно рассчитывались, исходя из смеси Гельригеля. Каждый опыт длился ровно сутки при естественном освещении.

Первый опыт в течение дня проводился в вегетационном домике (см. фиг. 1), на ночь растения переносились в лабораторные помещения.

Второй опыт был проведен полностью в светлой комнате, где все время поддерживалась одинаковая температура.

Полученные результаты дают чрезвычайно динамичную кривую поглощения нитратов кукурузой в течение суток. Но характер кривых довольно ярко выражен.

После захода солнца поглощение начинает усиливаться, достигает максимума в ночные часы, днем поглощение заметно уменьшается.

Все четыре растения, несмотря на однородность их по внешнему виду, резко отличаются друг от друга по скорости поглощения нитратов, но указанная закономерность имеется всюду.

Второй опыт поглощения PO_4 дал новое подтверждение полученных результатов (см. фиг. 2).

Как и следовало ожидать, энергия дыхания тех же растений за тот же промежуток времени изменяется точно таким же образом.

Максимум поглощения PO_4 как раз происходит в тот момент, когда напряженность процесса дыхания корневой системы в течение суток достигает наибольшей величины.

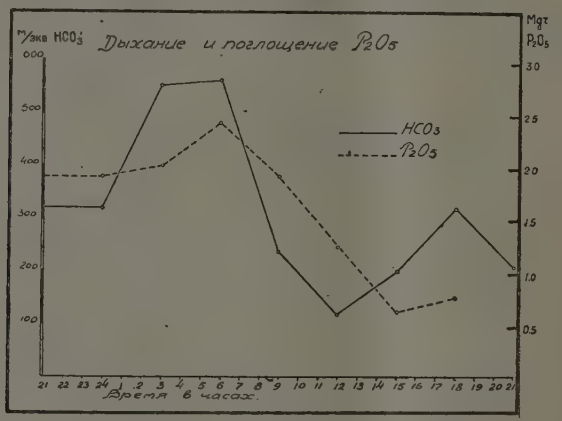
Наше представление о механизме поступления минеральных веществ в растение, подтверждаемое рядом других работ нашей лабора-

тории, позволяет дать обоснованное объяснение полученным результатам.

Напряженность процесса дыхания определила полученную разницу в поглощении NO_3 и PO_4. Дыхание, как мы раньше отмечали, может в известной мере регулироваться продуктами фотосинтеза. Отток ассимиляторов в корневой системе подчиняется определенной закономерности.

Возможно, что в ночные часы он увеличивался, повышая энергию дыхания, что немедленно отразилось на поглощении электролитов.

Конечно, в данном случае имеется в виду поток не только энергетического материала, но и веществ, регулирующих дыхание.



Фиг. 2. — Fig. 2.

Весь полученный экспериментальный материал позволяет сделать ориентировочно следующие выводы:

1) Процесс поглощения минеральных веществ чрезвычайно динамичен, и скорость его определяется напряженностью внутренних процессов корневой системы.

2) Ведущим фактором в поглощении электролитов является энергия дыхания клеток корня.

3) В поглощении минеральных веществ и дыхания кукурузы в течение суток существует определенная периодичность.

В ночные часы энергия дыхания и поглощение минеральных веществ повышается, днем резко падает.

Лаборатория физиологии растений
Всесоюзного института удобрений
и агропочвоведения. Москва.

Поступило
3 II 1934.

ON THE PERIODICITY OF MINERAL NUTRITION WITHIN THE 24 HOURS

By N. POTAPOV and N. STANKOV

(*Communicated by A. Richter, Member of the Academy, 3. II. 1934*)

Modern investigators have made a most important achievement in finding out that metabolic absorbtion during the interaction of a plant with a nutritive solution plays a decisive part in the entry of mineral substances into a plant. This fact, experimentally proved by the latest investigations of Devaux, Genevois, Jenny, and Sabinin ([1, 2, 3, 4]), is cleary a new stage in the study of the endosmosis of nutritive substances in a plant.

When the vital activity of a plant is normal, the product of metabolism will chiefly consist of the carbonic acid evolved by the root system of the plant.

Accordingly there exists a logicaly inevitable connection between the two processes: the breathing of the root system and the entry of the nutritive materials into a plant. The latest investigations of Lundegard, Briggs, and Petrie ([5, 6]) have proved with a considerable degree of certainty the existence of such a connection. It is important not only to establish such a connection, but also to find the leading factor.

According to Lundegard, the anions of salts affect the rate of breathing, but we are of the opinion that the rate of the entry of electrolytes into the root system depends upon the flow of products of oxidizing dissolution of substances and first of all of H_2CO_3 from the cells of the root. The intensity of the breathing process also depends upon a series of factors and first of all upon the presence of energetical material; it determines the rate of entry of mineral substances. The constant change of the internal state of the root system influences inevitably the rate of entry of substances into the plant.

It is not the resistance to filtration, a somewhat statistic factor, that determines the entry of substances, it is the constantly changing flow of products of the oxidizing dissolution of matter. The periodicity of a series of processes in the plant undoubtedly influences the energy of breathing and must also predetermine the periodicity of mineral nutrition.

The aim of the presemt investigation is to find out this regularity and to determine the leading factor in this process.

We have tried to make analogous observations on one and the same plant in shorter periods of time. In this we differ from former investigators who have studied the breathing and absorption of mineral substances in different plants.

Methodically it is, of course, the best way. In this case the principal objection to investigations of this kind does not hold. This usual objection is that the homogeneity of plants determined by their external appearance does not justify us in making conclusions as to the similarity of the absorbing surface of the root system.

Consequently, plants differing in respect of breathing may be also different in their absorbing surface of the root. The experiment was carried out on the Indian corn variety 'Horse's tooth' raised in water culture.

In the first experiment the age of the plants was 31 days, in the second — 40 days. The factor to be studied was excluded for a certain time before the beginning of the experiment, as is usual in physiological experiments. Therefore, when the object of the study was the entry of nitrates, the plants received no nitrogen for 2 days before the experiment; when it was PO_4, they received no phosphorus for the same time.

The plants thus prepared were subjected to experiments. All the plants had a strongly developed root system and a vigorous overground mass

4 experiments were carried out simultaneously.

The quantity of the anions was determined by the change of their concentration in the nutritive solution.

The carbonic acid evolved was determined by titrating the nutritive solution.

The initial concentration was always the same, namely, NO_3 — 18 mg per plant, PO_4 — 5 mg per plant.

The concentration of NO_3 and PO_4 was such as to get reduced to one half during the experiment.

The amout of other elements was calculated accordingly, on the basis of the Gelrigel mixture. Each experiment lasted exactly 24 hours by natural light.

The first experiment was carried on in a greenhouse, the plants being transferred for the night to the laboratories (see fig. 1, p. 41).

The whole of the second experiment was carried out in a light room at an unvariably even temperature.

The results obtained gave a very dynamic curve of the absorption of nitrates by Indian corn within the 24 hours. Nevertheless the character of the curves is rather well pronounced.

After sunset the absorption gets stronger and reaches its climax at night; by day the absorption is considerably lessened.

Notwithstanding the external homogeneity of the 4 plants, there is a sharp difference in the respective rate of absorption of nitrates, but the above-mentioned regularity is invariably present.

The second experiment with the absorption of PO_4 corroborated previous results (see fig. 2, p. 42).

As should be expected the energy of breathing of the same plants during the same period of time changed in exactly the same way.

The maximum absorption of PO_4 takes place at the very moment when the intensity of the breathing process of the root system reaches its climax within the 24 hours.

Our conception of the entry of mineral substances into plants, confirmed by a series of other experiments carried out in our laboratory, allow us to give a well-founded explanation of the results obtained.

The intensity of the breathing process determined the obtained difference in the absorption of NO_3 and PO_4. Breathing, as we have stated already, may to a certain extent be regulated by the products of photosynthesis. The shifting of the assimilators in the root system is subject to a certain regularity.

Possibly it increases during the night hours, heightening the energy of breathing, and this immediately affects the absorption of electrolytes.

Of course, in this instance we have in view not only the entry of energetical material, but also substances which regulate breathing.

All the material obtained allow us to come to the following conclusions:

1) The process of absorption of mineral substances is most dynamic, and its rate is determined by the intensity of the internal processes of the root system.

2) The leading factor in the absorption of electrolytes is the breathing energy of the root cells.

3) There exists a certain periodicity in the absorption of mineral substances and breathing of the Indian corn within the 24 hours.

During the night hours the energy of breathing and the absorption of mineral substances increases, by day it decreases.

Laboratory of Plant Physiology
of the All-Union Institute of
Fertilizers and Agronomical Soil Science.

Received
3. II. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

[1] Devaux. Koll. Z., Bd. LVIII, 1932. [2] Genevois. Protoplasma, Bd. X, 1930. [3] H. Jenny and Cowan. Science, 1933. [4] Сабинин и И. И. Колосов. Труды ВИУА, 1934. D. Sabinin and I. Kolosov. Publication of the All-Union Institute of Fertilizers and Agronomical Soil Science. [5] G. E. Briggs. Proc. Roy. Soc., Ser. B., 1931. [6] H. Lundegard u. Burström. Biochem. Z., Bd. 26, 1933.

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Н. Л. УДОЛЬСКАЯ

К ВОПРОСУ ОБ ИЗУЧЕНИИ ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ КАК ФАКТОРОВ ИЗМЕНЯЮЩИХ ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ

(*Представлено академиком А. А. Рихтером 20 II 1934*)

Вопрос применения минеральных удобрений в засушливой и полузасушливой зоне разработан крайне недостаточно, и имеющиеся данные зачастую являются противоречивыми.

Одной из причин недостаточной четкости в работах по минеральному питанию является существующее до сих пор игнорирование сортовых особенностей при выявлении потребности почвы в удобрениях.

Работы Западносибирского селекцентра последних 5 лет показали различную отзывчивость сортов яровой пшеницы на минеральное удобрение.

Анализ урожайности сортов по удобренному и неудобренному фону показал, что отзывчивость на удобрения связана с засухоустойчивостью растений.

Отдельные элементы минерального питания оказывают определенное влияние на степень и характер засухоустойчивости.

Изучение этих явлений в их взаимной связи открывает широкие перспективы в отношении поднятия урожайности в засушливой зоне.

По данным Селекцентра и Отдела земледелия Сибирского института зернового хозяйства фосфорнокислое удобрение в условиях сухих лет

повышает урожай на 20—30%. Азотное удобрение при тех же условиях не только не повышает, но в некоторых случаях снижает урожай на 10—15%. Эти наблюдения заставили Лабораторию физиологии Селекцентра подойти к изучению элементов минерального питания как факторов, влияющих на степень засухоустойчивости.

Работы проводились вегетационным и полевым методом. Объектом служили сорта яровой пшеницы, различающиеся по длине вегетационного периода и относящиеся к различным типам по засухоустойчивости. Удобрения в вегетационном опыте вносились в виде двухметального фосфорнокислого натра и азотнокислого кальция, из расчета 0.25 г фосфорной кислоты и 0.5 г азота на сосуд, вмещающий 7 кило абсолютно сухой почвы. Часть сосудов во все время опыта ежедневно поливалась (влажность почвы 80% от полной влагоемкости), другая часть подвергалась завяданию в стадии кущения или выхода в трубку.

В полевом опыте был внесен суперфосфат и сульфат аммония из расчета 60 кило фосфорной кислоты и азота на га. Удобрение было внесено разбросной сеялкой с заделкой дисковой бороной. Почва — старопахотный легкий супесчанный чернозем. Лето 1933 года в условиях Омска характеризовалось сильной засухой в конце Июня и в первых двух декадах Июля.

Учет урожая подтвердил различную степень отзывчивости сортов. Наибольшую отзывчивость на фосфорнокислое удобрение проявил сорт *pseudo-hostianum* 0303. Сорт *coerulescens* 04972, отличающийся низкой засухоустойчивостью, снизил урожай по всем вариантам опыта с внесением удобрений.

Внесение удобрений существенно изменило морфологические признаки сортов.

Морфологические изменения заключались в изменении формы куста (фосфор стимулировал развитие главного побега и придавал кусту более сомкнутый характер, азот же наоборот вызывал усиленное образование боковых побегов и их мощное развитие, придавая кусту более раскидистую форму).

По поведению во время засухи, растения первого биотипа (см. Удольская, ДАН, 1934, № 9), удобренные фосфором, приближаются ко второму биотипу и, наоборот, растения второго биотипа, получившие азот, обнаруживали сходство с первым биотипом.

Определение водного баланса в листьях растений в течение дня показало, что растения, получившие фосфор, при общем меньшем запасе воды имеют выравненный водный баланс, и обычный провал кривой содержания воды в жаркие часы отсутствует.

Ассимиляция во время засухи (определения методом Сакса) в дневные часы шла значительно энергичнее у растений, удобренных фосфором, чем у контрольных или получивших азотное удобрение.

Определение водоудерживающей силы обнаружило значительное увеличение ее у растений, удобренных фосфором.

Эти наблюдения заставляют предполагать, что одна из сторон действия фосфора на растения заключается в повышении водоудерживающей способности плазмы, обеспечивающей нормальный ход ассимиляции в условиях недостатка влаги.

Западносибирский селекционный центр.
Омск.

Поступило
20 II 1934.

CONTRIBUTION TO THE STUDY OF THE ELEMENTS OF MINERAL NUTRITION AS OF FACTORS CHANGING THE DROUGHT RESISTANCE OF PLANTS

By N. UDOLSKAJA

(*Communicated by A. Richter, Member of the Academy, 20. II. 1934*)

The question of the use of mineral fertilizers in arid and semi-arid zones has not as yet been sufficiently studied, and the available data are often contradictory.

One of the reasons of the lack of clearness and precision in the study of mineral nutrition is that the special features of different kinds of plants are still ignored when the necessity of fertilizers for a given zone is being ascertained.

The investigations of the West-Siberian Selection Centre of the last five years have shown the various receptivities of spring wheat varieties to mineral fertilizers.

The analysis of the productivity of different varieties on fertilized and unfertilized fields has shown that the receptivity to fertilizers depends on the drought resistance of the plants.

Separate elements of mineral nutrition have a definite influence on the degree and character of drought resistance. The study of these phenomena and of their interrelations opens wide prospects for raising the productivity in arid zones.

According to the data of the Selection Centre and of the Agricultural Section of the Siberian Institute of Grain Farming, phosphate fertilizers raise the yeild by 20—30% in dry years. Nitrogen fertilizers under the same conditions not only do not raise the yield, but sometimes lower it by 10—15%. These observations led the physiological laboratory of the Selection Centre to the study of the elements of mineral nutrition as of factors influencing the degree of drought resistance.

The investigations were carried out by the vegetative and field methods. They were carried out on spring wheat varieties having different lengths of vegetative period and belonging to different types in respect of their drought resistance. The fertilizers applied in the vegetative test were dimetallic sodium phosphate and calcium nitrate (0.25 g of phosphoric acid and 0.5 g of nitrogen per vessel containing 7 kg of absolutely dry earth). One part of the vessels was watered daily during the whole period of the experiment, the humidity of the soil being 80% of its entire moisture-absorbing capacity. The other part was allowed to wilt in the tillering or shooting stage.

In the field experiment superphosphate and ammonium sulphate were applied (60 kg of phosphoric acid and nitrogen per hectare). The fertilizer was introduced by means of a sowing machine, a disk harrow being used afterwards. The soil was light sandy chernozem (black earth) and had been tilled before for a long time. The summer of 1933 in Omsk was characterized by a very great drought in the end of June and in the first half of July.

The existence of different degrees of receptivity was confirmed by the calculation of the yield. The variety *pseudo-hostianum* 0303 showed the greatest receptivity to phosphate fertilizers. The yield of *coerulescens* 04972,

which has a very low drought resistance, decreased in all the experiments with fertilizers.

The use of fertilizers greatly changed the morphological and physiological characteristics of the varieties.

The morphological changes consisted in the change of the shape of the plant (phosphorus stimulated the development of the principal shoot and gave the plant a more compact structure, whereas nitrogen led to an increased formatio of lateral shoots and to their strong development, giving the plant a more spreading form).

In their behaviour during drought, the plants of the first biotype (see Udolskaja, C. R. de l'Acad. d. Sci. de l'URSS, 1934, No 9) after fertilization with phosphorus resemble the second biotype, and, vice versa, the plants of the second biotype which have received nitrogen resemble the first biotype.

The measurement of the water balance in the leaves of the plants during daytime showed that the plants which had received phosphorus had a uniform water balance with a lower general water content, and also that the usual drop of the curve of water content during the not hours did not take place.

Assimilation during drought (determined by Sax's method) in the day hours was considerably more vigorous in plants which had received phosphorus than in control plants or those which had received nitrogen fertilizers. The water-retaining capacity was considerably increased by phosphorus fertilizers.

These observations lead to the conclusion that the action of phosphorus on plants consists largely in the heightening of the water-retaining capacity of the plasma, which guarantees the normal course of assimilation in conditions of insufficient moisture.

West-Siberian Selection Centre.
Omsk.

Received
20. II. 1934.

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Г. Х. МОЛОТКОВСКИЙ

ЖЕЛАТИНОВЫЕ КАМЕРЫ К ПОРОМЕТРУ

(*Представлено академиком А. А. Рихтером 14 II 1934*)

Самую важную часть порометра составляет стеклянная камера. Прикрепляется она на листе растения при помощи какого нибудь склеивающего вещества. Употребляется для этой цели столярный клей, разные смеси, как например, из канифоли, касторового масла и Resina Mastix, желатина, воск.

Одним из важных недостатков стеклянной камеры есть прежде всего ее вес, с которым необходимо считаться, особенно при работе в естественных условиях. Приходится устанавливать соответствующие подпорки для удержания их на листе. Но они не дают положительных

результатов, ибо незначительное движение воздуха вызывает сотрясение установки, а отсюда раздражение устьиц и в худшем случае обрыв камеры.

Второй недостаток — задерживание стеклом камеры лучей с короткими волнами, и при длительной экспозиции под камерой создаются своеобразные условия, что, безусловно, отражается на состоянии устьиц.

И, наконец, техника приклеивания камеры к эпидермису. Склеивающее вещество, хотя бы желатина, наносится на отгибы камеры и осторожно прикладывается к листу растения. С какими бы предосторожностями эту процедуру не производить, желатина под давлением всегда расползается, иногда заклеивая даже отверстие камеры. А потому о строго очерченной площади эпидермиса, через которые идет проветривание, и говорить ни приходится, а ее необходимо знать для количественного учета при сопоставлении данных по исследованию и интенсивности проветривания двух, трех и т. д. растений.

Указанные недостатки удалось устранить применением желатиновых камер. Техника изготовления и использования их такова: покупаются в аптекарском магазине готовые желатиновые капсулы, которые бывают разного диаметра. В закругленной части капсулы — верхушке, пробивается отверстие, в которое вставляется тоненькая в 2 см длиной резиновая трубка и обмазывается при основании разжиженной желатиной.

Далее поступаем так: в чашке Петри расставляем на соответствующем расстоянии приготовленные, как выше указано, капсулы, резиновой трубкой вверх. В свободное пространство между ними осторожно вливается разжиженный 25% раствор желатины. Когда желатина остынет и при этом хорошо пристанет к желатиновой капсуле, сверлом для пробок, накладывая его сверху капсулы, вырезается вокруг ее кружочек, представляющий вместе с капсулой готовую к употреблению камеру.

Теперь необходимо смочив слегка водой отгибы камеры, приложить ее к эпидермису листа и подержать несколько секунд, после чего она может держаться без какой-либо подпорки на листе растения. Незначительный ее вес дает возможность листу, например, пшеницы удерживать до 2—3 камер без видимого изменения нормального положения в пространстве.

По мере потребности камера резиновой трубкой соединяется с порометром для соответствующих измерений.

Чтобы дать возможность эпидермису, находящемуся под камерой, быть в естественном освещении, поступаем так: камеру разрезаем поперек на две половины, нижнюю с отгибами приклеиваем к листу растений, а верхнюю через соответствующего диаметра резиновую трубку накладываем на нижнюю в том случае, когда производится измерение состояния устьиц порометром, с которым она тоже соединяется другой стороной. В работе использован горизонтальный порометр Гамарака и Любинского.

Итак, описанные желатиновые камеры имеют перед стеклянными следующие преимущества:

1) Незначительный вес их дает возможность сразу по несколько штук приклеивать к листу растения без всяких подпорок, что особенно важно для наблюдения за состоянием устьиц в естественных условиях, сводя к минимуму возможность раздражения их.

2) Дешевизна и простота изготовления дает возможность использовать их любой лаборатории, не прибегая к помощи стеклодува.

3) Устранение неестественных условий, в которых находятся устьица под камерой, когда последнюю оставляют на листе в течение 1—2 дней, используя желатиновую камеру во 2-ом предлагаемом варианте.

4) Нет надобности прибегать к каким либо склеивающим веществам для укрепления камеры на листе растения.

5) И, наконец, самое главное, камеры дают возможность учитывать строго ограниченное пространство эпидермиса, которое они прикрывают, и, сделав подсчет количества устьиц, устанавливать количество проходящего воздуха даже на одно устьице в определенную единицу времени. Методика применения в данном направлении желатиновых камер разрабатывается и близится к своему завершению.

Сельскохозяйственный институт.
Житомир

Поступило
14 II 1934.

PFLANZENPHYSIOLOGIE

EINE GELATINEKAMMER FÜR DAS POROMETER

Von G. MOLOTKOVSKIJ

(*Vorgelegt von A. Richter, Mitglied der Akademie, d. 14. II. 1934*)

ZUSAMMENFASSUNG

Die Technik der Vorbereitung und der Anwendung der Gelatinekammer besteht in folgendem: man kauft fertige Gelatinekapseln; an der „Spitze" des abgerundeten Teils macht man eine Öffnung, in welche eine 2 cm lange feine Kautschukröhre eingesetzt wird. In einer Petrischen Schale stellt man die vorbereiteten Gelatinekapseln auf. In den freien Raum dazwischen wird verdünnte 25%-ige Gelatinelösung eingegossen. Sobald die Lösung abgekühlt ist und an den Kapseln gut haftet, wird mittels eines auf die Kapsel gestützten Korkziehers aus der Gelatinemasse eine Scheibe geschnitten, welche in Verbindung mit der Kapsel eine zum Gebrauch fertige Kammer bildet.

Es ist notwendig die zurückgebogenen Ränder der Kammer mit Wasser anzufeuchten, an die Epidermis des Blattes anzulegen und einige Sekunden lang in dieser Lage festzuhalten, worauf die Kammer weiterhin schon ohne irgendwelche Stütze oder Heftvorrichtung festsitzen wird.

Nach einer anderen Variante zerschneidet man die Kammer in zwei Teile; die untere Hälfte mit den zurückgebogenen Rändern klebt man an die Epidermis an, die obere Hälfte verbindet man mit der unteren, um den Zustand der Spaltöffnungen mit dem Porometer zu bestimmen, mittels eines Kautschukrohres, dessen Diameter dem oberen Teile entspricht.

Die Vorzüge der Gelatinekammer vor der Glaskammer sind die folgenden:

1) Ihr geringes Gewicht (270 mg) gibt die Möglichkeit mehrere Stück auf einmal an einem Blatt der Pflanze anzubringen.

2) Billigkeit und Einfachheit der Herstellung.

3) Die Anwendung der zweiten Variante beseitigt die aus den unnatürlichen Bedingungen längeren Abgeschlossenseins der Spaltöffnung sich ergebenden Übelstände.

4) Es liegt keine Notwendigkeit vor, zur Befestigung der Kammer an dem Blatte der Pflanze irgend welche Klebstoffe zu verwenden.

5) Die Gelatinekammer erlaubt auf einer bestimmten Fläche der Epidermis die Zahl der Spaltöffnungen zu berechnen und somit die Menge der durchgehenden Luft, sogar für eine einzelne Spaltöffnung in einer bestimmten Zeitspanne, festzustellen.

Die Methodik der Anwendung der Gelatinekammer wird gegenwärtig noch weiter ausgearbeitet. Diese Vorarbeiten nähern sich ihrem Abschluss.

Landwirtschaftliches Institut.
Shitomir.

Eingegangen
d. 14. II. 1934.

МИКРОБИОЛОГИЯ

Г. А. НАДСОН и Е. А. ШТЕРН

О ДЕЙСТВИИ УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫХ ЛУЧЕЙ РТУТНО-КВАРЦЕВОЙ ЛАМПЫ НА КЛЕТКУ *BACILLUS MYCOIDES* FL.

О бактерицидном действии ультрафиолетовых лучей писали много, но о внутренних изменениях клетки бактерий под влиянием этих лучей известно чрезвычайно мало. Причиной, конечно, была прежде всего трудность задачи, принимая во внимание чрезвычайно малые размеры бактериальных клеток и необходимость изучения их в живом состоянии. Почти так же мало известно о влиянии на структуру клетки бактерий лучей рентгеновых и радия. Крупный бацилл *Bacillus mycoides*, живущей в почве и играющий там немаловажную роль, является, как мы нашли, очень хорошим объектом для такого рода исследований.

Еще в 1920 г., изучая влияние препаратов радия на микроорганизмы, Надсон писал следующее [(1) стр. 123]: „мы подвергали радиированию (10 мг $RaBr_2$ в эбонитовой капсуле под слюдяной пластинкой действовали 48 часов на расстоянии 3 мм) *Bacillus mycoides* в чистой культуре на щелочном мясо-пептонном агаре и с полной ясностью убедились, что при этом клетки его не только задерживаются в делении, но и сильно гипертрофируются; в то же время они обыкновенно изменяют свою форму; плазма их при этом обнаруживает сильную вакуолизацию, другие клетки подвергаются цитолизу в большей или меньшей степени. Одним словом наступают те явления дегенерации и инволюции, которые обычно наблюдаются лишь в старых культурах или в развивающихся при явно неблагоприятных условиях".

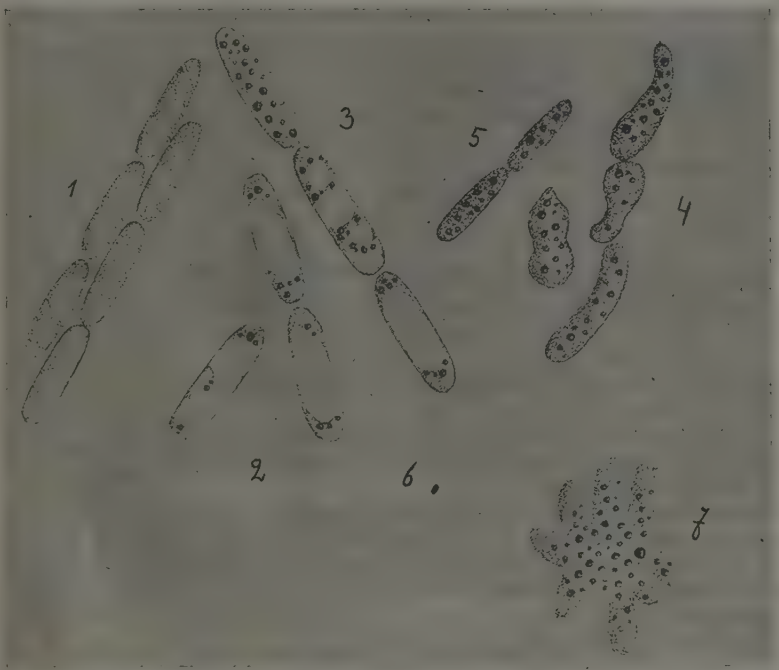
Как видно из дальнейшего, эти изменения во многом сходны с наступающими под влиянием ультрафиолетовых лучей. Сходно протекают изменения и у других микроорганизмов, например дрожжей, как то было описано в той же работе. В 1925 г. Надсон (2) установил, что изменения клетки под влиянием радия и рентгеновых лучей идут в определенном порядке смены фаз, обладающих каждая своими отличительными особенностями. Продолжая исследования Надсона, его ученица Жолкевич (3) констатировала при действии рентгеновых лучей на клетку бактерий *Bacterium crystallino-violaceum* следующие фазы: 1-ую — преимущественно гипертрофических изменений клетки и 2-ую — преимущественно уменьше-

ния размеров клетки. В плазме клеток появляются мельчайшие зернышки или комочки наряду с увеличением количества в клетке жидкости. В 1931 г. Надсон и Штерн (4) подробно описали и дали рисунки трех последовательных фаз изменения дрожжевой клетки под влиянием рентгеновых и ультрафиолетовых лучей. Первая фаза — фаза стимуляции, возбужденного состояния плазмы, сказывающегося между прочим в быстром и преходящем изменении очертаний вакуоли. Вторая фаза — постепенный переход к угнетенному состоянию; плазма при этом мутнеет, в ней появляются капельки жира, дисперсность ее понижается, проницаемость уменьшается, размер вакуоли, как и всей клетки, увеличивается. Третья, последняя фаза, это фаза более глубоких дегенеративных изменений, явлений некробиоза, а потом смерти.

Переходим теперь к описанию действия ультрафиолетовых лучей на *Bacillus mycoides*. Мы пользовались для опытов ртутно-кварцевой лампой Баха (Hanau); напряжение 110—120 V постоянного тока; 3.8—4.0 ампер; спектр 5790—2200 Å; расстояние культуры от лампы 30 см. Нагрев в освещенном поле не выше 21° С. При более продолжительном освещении чашки с культурой помещались в ванночки со снегом. Мы освещали молодые, приблизительно 1-суточные чистые культуры (поверхностные колонии) на щелочном мясо-пептонном агаре в чашках Петри. Опыты велись при комнатной температуре.

Исходный вид бактерий в таких культурах, который мы условно считаем нормой, представлен на фигуре, 1. Это стройные цилиндрические палочки с закругленными концами, одинаковой формы и приблизительно одинаковой величины, неподвижные и соединенные обыкновенно в цепи. Живое содержимое клеток гомогенное, почти прозрачное или чуть мутноватое, без вакуолей и без капелек жира или каких либо других включений; оболочка клеток тонкая, нежно очерченная. После 2—3-минутного освещения лампой уже ясно видим первые изменения в клетке. В плазме появляется вакуоля, постепенно увеличивающаяся, ее очертания изменяются, то более, то менее быстро, что указывает на возбужденное состояние плазмы, характеризующее эту первую реверсибельную фазу изменений клеток под влиянием лучей (см. фиг., 2). Скоро, часто, повидимому, одновременно, присоединяются явления, характерные для следующей, второй фазы: вакуоля увеличивается в размерах, иногда вакуолей несколько и это влечет за собой увеличение всей клетки; плазма становится менее прозрачной, нежно мелкозернистой, в ней появляются сначала несколько, потом все больше и больше мельчайших жировых (точнее — липоидных, в широком смысле этого термина) капелек, — происходит так называемый липофанерозз, являющийся результатом расщепления липопротеинового комплекса плазмы (см. фиг., 3). Насколько в этой фазе еще возможен возврат (реверсия) к прежнему состоянию, вообще к „норме“ нами пока не выяснено. Третья фаза, наступающая при более продолжительном освещении, дает картину значительно более глубоких и уже непоправимых изменений клетки. Деление клеток задержано; клетки, увеличиваясь в размерах, принимают самую разнообразную и неправильную форму с ясными признаками инволюции (см. фиг., 4) или дегенерации. Наряду с такими появляются и клетки меньше „нормальных“ (см. фиг., 5), клетки — карлики, или очень укороченные, коккоподобные формы. В непрозрачной грубозернистой плазме, постепенно коагулирующей, много жировых капель. Проницаемость плазмы увеличивается. В некоторых клетках плазма, съеживаясь, отстает от оболочки, происходит плазмолиз, или в них идут аутолитические процессы, причем содержимое клетки

растворяется, остается лишь несколько капелек жира или одна только прозрачная жидкость, — клетки тогда кажутся пустыми, остались лишь их оболочки, это так называемые „тени“ клеток (см. фиг., 6). Иногда наоборот — прежде растворяются, исчезают оболочки, остается голое плазматическое содержимое. Нередко такие лишенные оболочек клетки скучиваются и даже частично или вполне сливаются в грубозернистую, переполненную капельками жира аморфную массу (см. фиг., 7), массу мертвую, постепенно разрушающуюся. Она очень напоминает „симплазму“ бактерий, как описал ее Лёнис (Löhnis) и которую он считает (без достаточного основания) за „стадию развития“ бактерий. Та „симплазма“, которую мы наблюдали, несомненно аггрегат погибающих или погибших бактерий.



Сравнивая постепенные изменения под влиянием ультрафиолетовых лучей клетки у *Bacillus mycoides* с таковыми же у дрожжей [они описаны были нами раньше (4)], мы видим большое сходство. В том и другом случае мы видим быстрое старение клеток. Как было в 1920 г. показано Надсоном для радия (1), так и здесь для ультрафиолетовых лучей отмечается их способность ускорять темп жизни организма.

Дополнительно надлежит сообщить еще следующее. Если на пути лучей от лампы поставить стеклянную пластинку, то упомянутых изменений за данный срок не происходит, что свидетельствует о том, что эти изменения вызываются ультрафиолетовыми лучами, задерживаемыми стеклом. В наших опытах молодые культуры (не старше 24 часов) были чувствительнее к лучам, чем более старые (4—5-дневные). Мы наблюдали также в некоторых случаях ускорение спорообразования при кратко-

временном (2—5 минут) освещении культуры, причем споры были большею частью не эллиптические, а почти круглые и значительно меньшей величины, чем в норме. При более продолжительном освещении культуры спорообразование в ней сильно задерживается или вовсе отсутствует. Нужно заметить вообще, что клетки, находящиеся во 2-ой и особенно в 3-ей фазе теряют способность к спорообразованию. Совершенно сходные изменения с тем же порядком фаз претерпевает клетка *B. mycoides* и при действии на нее рентгеновых лучей (Stabilivolt R; трубка Müller Grossmétro; 152 kV; 4.0 mA; без фильтра; 23 см от антикатода), но процесс идет значительно медленнее. Вышеизложенные наблюдения были произведены нами еще в 1927 г., но по разным обстоятельствам их опубликование задержалось. В настоящее время исследования над действием лучистой энергии на строение и развитие бактерий нами продолжается.

Микробиологическая лаборатория Государственного рентгенологического и радиологического института. Ленинград.

Поступило 7 III 1934.

MICROBIOLOGIE

DE L'ACTION DES RAYONS ULTRA-VIOLETS DE LA LAMPE DE QUARTZ À VAPEUR DE MERCURE SUR LA CELLULE DE *BACILLUS MYCOIDES* FL.

Par G. NADSON, de l'Académie, et E. STERN

L'action bactéricide des rayons ultra-violets a été l'objet de nombreuses études. Cependant, les altérations de la structure intérieure de la cellule bactérienne sous l'influence de ces rayons sont fort peu connues. Cela tient principalement à la difficulté du problème, vu les dimensions excessivement petites des cellules bactériennes et la nécessité d'étudier celles-ci sur le vivant. L'influence des rayons X et du radium sur la structure de la cellule de bactéries est presque aussi peu connue. Un gros bacille, *Bacillus mycoides* Fl., se prête fort bien, comme nous l'avons constaté, aux recherches de ce genre.

Nous utilisâmes pour nos expériences une lampe de quartz à vapeur de mercure de Bach (Hanau); tension de 110 à 120 V de courant continu; 3.8 à 4.0 ampères; spectre 5790—2200 Å; distance entre la culture et la lampe 30 cm. La température du champ éclairé ne dépasse pas 31° C. En cas d'éclairement plus prolongé les boîtes contenant la culture étaient placées dans des cuvettes remplies de neige. Nous exposions à l'irradiation des cultures pures jeunes âgées d'environ 24 heures (colonies superficielles) développées sur la gélose nutritive dans des boîtes de Pétri. Les expériences furent exécutées à la température de chambre. La fig. 1 représente l'aspect des cellules de *B. mycoides*, — une „norme". Ce sont des bâtonnets cylindriques minces, à extrémités arrondies, de forme semblable et de grandeur à peu près égale, immobiles et généralement réunis en forme de chaînes. Le contenu vivant est homogène, presque transparent ou légèrement opaque, sans vacuoles et sans gouttelettes de graisse. La membrane de la cellule est mince, à contours pâles.

Après irradiation pas la lampe pendant 2 ou 3 minutes, nous pouvons déjà distinguer clairement les premiers changements qui s'opèrent dans la cellule. Nous voyons apparaître dans le plasme une vacuole, qui s'agrandit peu à peu et dont les contours se modifient tantôt plus rapidement, tantôt plus lentement, ce qui indique l'état d'excitation du plasme caractérisant cette première phase des modifications de la cellule sous l'influence des rayons ultra-violets (fig. 2). La première phase est réversible. Très vite, parfois simultanément, paraît-il, nous voyons s'y ajouter des symptômes qui caractérisent la deuxième phase. La vacuole s'agrandit, parfois il en apparaît plusieurs, ce qui entraîne l'agrandissement de la cellule entière. Le plasme devient moins transparent, finement granuleux et l'on y voit apparaître, d'abord en petit nombre et puis en quantité toujours croissante, des gouttelettes infiniment petites de graisse (plus précisément lipoïdiques, au sens large du terme): il s'y produit donc ce qu'on appelle la lipophanérose, qui est une conséquence de la dissociation du complexe lipoprotéique du plasme (fig. 3). Nous ne pouvions jusqu'ici établir si un retour (réversion) à la „norme" était encore possible dans cette phase. La troisième phase, qui se produit après irradiation plus prolongée, offre des modifications plus profondes, déjà irréversibles, de la cellule. La division des cellules s'arrête. Les cellules, en s'agrandissant, prennent les formes irrégulières les plus variées, portant des indices incontestables d'involution (fig. 4) ou de dégénérescence. En même temps on voit apparaître des cellules plus petites que les cellules „normales" (fig. 5), soit de véritables naines, soit des cellules très raccourcies, cocciformes. Le plasme non transparent, grossièrement granuleux, se coagulant graduellement, contient de nombreuses gouttelettes de graisse. La perméabilité du plasme s'accroît. Dans quelques-unes des cellules le plasme, en se rétrécissant, se détache de la membrane (plasmolyse) ou bien des phénomènes autolytiques intenses s'opèrent dans les cellules; le contenu protoplasmique se dissout et il ne reste que quelques gouttelettes de graisse ou seulement un liquide transparent; les cellules paraissent être vides, il n'en reste que leurs membranes; c'est ce qu'on appelle les „ombres" des cellules (fig. 6). Quelquefois c'est le contraire qui a lieu: les membranes se dissolvent et disparaissent les premières et il ne reste que le contenu protoplasmique nu. Souvent ces cellules dépourvues de leur membranes s'accumulent et se réunissent en partie ou entièrement en formant une masse amorphe grossièrement granuleuse, remplie de gouttelettes de graisse (fig. 7); c'est une masse morte qui se décompose peu à peu. Elle ressemble beaucoup au „symplasme" des bactéries, qui a été décrit par Löhnis et que cet auteur considère (sans raisons suffisantes) comme un stade de développement des bactéries. Le „symplasme" que nous avons eu l'occasion d'observer, présente sans aucun doute un agrégat de bactéries mourantes ou mortes.

En comparant les changements graduels qui se produisent sous l'influence des rayons ultra-violets dans les cellules de *B. mycoides* aux modifications qui s'opèrent dans les levures, telles que nous les avons décrites antérieurement (4), nous constatons une grande ressemblance. Dans les deux cas nous voyons un vieillissement rapide des cellules. Comme Nadson l'avait déjà établi en 1920 (1) pour le radium nous constatons maintenant, pour les rayons ultra-violets, leur aptitude à accélérer le cours de la vie de l'organisme.

Si l'on place une plaque de verre sur la voie des rayons issus de la lampe, les changements susindiqués cessent pour la durée de cette mesure, ce qui prouve qu'ils sont provoqués par les rayons ultra-violets que le verre

est capable d'intercepter. Dans nos expériences les cultures jeunes (ne dépassant pas 24 heures) étaient plus sensibles aux rayons que les cultures plus âgées (de 4 à 5 jours). Nous avons observé également à plusieurs occasions l'accélération de la sporulation pendant une courte durée (de 2 à 5 minutes) d'irradiation de la culture; les spores, en ce cas, étaient pour la plupart non pas elliptiques, mais presque rondes et beaucoup moins grandes que dans des conditions normales. En cas d'irradiation plus prolongée, la sporulation dans la culture est considérablement retardée ou fait entièrement défaut. Il y a lieu d'observer, en général, que les cellules qui en sont à la 2-e et surtout à la 3-e phase perdent la faculté de former des spores.

La cellule de *B. mycoides* subit également des changements tout-à-fait analogues, avec le même ordre de succession des phases, étant exposée à l'action des rayons X (Stabilivolt R, tube Müller Grossmétro, 152 kV, 4.0 milliampères, sans filtre, à 23 cm de l'anticathode), mais ces altérations s'opérent en ce cas bien plus lentement. Des changements fort ressemblants de cellules de ce même bacille sous l'influence du radium ($RaBr_2$) avaient déjà été constatés par Nadson en 1920 [1]. Les observations décrites ci-dessus ont été exécutées dès 1927, mais pour des raisons diverses leur publication s'est fait attendre. En ce moment nous continuons les recherches cytologiques sur l'action exercée par radiations sur la structure et le développement des bactéris.

Laboratoire microbiologique de l'Institut de Roentgenologie et de Radiologie. Leningrad.

Manuscrit reçu le 7. III. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITTÉRATURE CITÉE

[1] Надсон. Вестник рентгенологии и радиологии, I, 45 (1920). Nadson. Annales de Roentgenologie et Radiologie, Pétersbourg, I, 47 (1922). [2] Nadson. Biochem. Z., 155, 381 (1925). [3] Жолкевич. Вестник рентгенологии и радиологии, IV, 7 (1926). Žolkevič. Annales de Roentgenologie et Radiologie, IV, 7 (1926). [4] Nadson e Stern. C. R. de l'Acad. d. Sci. de l'URSS, 1931, 39.

ГЕОХИМИЯ

П. М. МУРЗАЕВ

О МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПРОГНОЗАХ

(*Представлено академиком В. И. Вернадским 19 III 1934*)

В развитии каждой дисциплины можно почти всегда наметить ряд последовательных этапов. Первые моменты характеризуются накоплением фактов и наблюдений, собирается большой эмпирический материал, который далее систематизируется, и, наконец, появляется возможность предсказывать, базируясь на собранном и систематизированном материале.

Эта возможность определяет собою высокую степень развития науки. Точность этих предсказаний не одинакова и зависит от степени изученности объекта и степени развития дисциплины.

В области минералогии и геохимии наступает период, когда исследователи, пользуясь огромным накопленным материалом, могут, базируясь на точном и детальном изучении месторождения, дать некоторые прогнозы, с различной степенью точности, о промышленном характере отдельных

полезных ископаемых данного комплекса. Основой для прогнозов является установление типа месторождения, парагенезиса минералов, главного температурного момента образования и фазы данного минерального тела. Это все можно установить на основе детального минералогического и геохимического изучения.

Каждое месторождение связанное с магмой (магматическое, пегматитовое и гидротермальное) образуется при постепенно падающей температуре. Все эти нисходящие температурные моменты с различной интенсивностью накладывают свой отпечаток на данный комплекс, причем всегда можно отметить определенную фазу развития, приуроченную к определенному температурному моменту, которая оказала самое большое влияние и образовала наиболее мощные минеральные комплексы.

Отметив эту преобладающую или господствующую фазу процесса, сравнив данное месторождение с рядом хорошо изученных месторождений того же типа, учитывая характер и геологическую обстановку, мы сможем с большей или меньшей степенью вероятия сказать какая руда и в какой степени может иметь в данном месторождении промышленный характер и какая этого не может иметь.

Постановка этих задач в области минералогии и геохимии имеет небольшую давность и далеко еще не достигла своего полного развития. Целью настоящей заметки является желание лишний раз подчеркнуть своевременность и необходимость развития этой проблемы у нас, в СССР, где ей отводится недостаточное место. Большее внимание уделяется ей в США.

Так например, В. Бейн (1) на основании детального изучения золотоносного месторождения в Онтарио дает ряд указаний на возможную практическую ценность руд, а Богуслав Сточес (2) посвящает специальную заметку этому вопросу, преследующую ту же цель, что и настоящая. А. Е. Ферсман в своих последних геохимических работах посвящает большое внимание вопросам зонального распределения руд. В своей „Геохимии“ (3) он приводит список литературы на эту тему.

В настоящей заметке нет возможности привести полностью все данные по этому вопросу. В качестве краткой иллюстрации сказанного приводится конкретный случай, где автор данной статьи, на основе изучения Адун-Чилонского гранитного массива в Забайкалии в 1931 году высказывает предположения о возможном промышленном значении в нем оловянных руд и дымчатого кварца.

Статья на эту тему (3) сдана в печать в Труды ЦНИГРИ весной 1933 г., но так как по независящим от автора причинам она едва ли скоро выйдет из печати, кратко приведем из нее данные этого опыта.

Адун-Чилонский гранитный массив находится в Юго-восточном Забайкалии близ ст. Борзя, в 12 км к юго-западу от Шерловой горы. Это гранитный босс, правильной округлой формы в горизонтальном сечении, в 10 км диаметром. Сложен он порфировидным крупнозернистым гранитом, который прорезается многочисленными аплитовыми и пегматитовыми жилами. Тип пегматита по классификации А. Е. Ферсмана (5) — боро-фтористый (шерлово-мусковитовый). Господствующая фаза по терминологии А. Е. Ферсмана (5) D — E. Температурный интервал наибольшего значения 550—650° С. Пегматиты Адун-Чилона имеют строго зональное строение. Число зон и их характер варьирует. Идеальный разрез такого пегматита имеет следующее строение (от периферии к центру): гранит мелкозернистый, аплитовидный пегматит, крупнозернистый аплитовидный пегматит, „аграфический“ (6) пегматит, мелкозернистый эвграфический

пегматит, крупнозернистый эвграфический пегматит, пегматоид, кварц серый. Отнимая от этой схемы те или иные зоны, получим то разнообразие строений пегматитов, которое наблюдается в Адун-Чилоне. Наиболее мощной является зона пегматоида, характеризующая собою весь комплекс массива. Остальные зоны часто являются узкими оторочками пегматоида.

Оловянный камень макроскопически нами не наблюдался и обнаружен лишь в шлихах в незначительном количестве. Дымчатый кварц является наиболее распространенным минералом массива. Наиболее благоприятной фазой для развития дымчатого кварца является фаза Е — фаза наиболее мощных геохимических процессов массива. Этот момент говорит в пользу возможного промышленного значения его в данном месторождении. История Адун-Чилона богата рядом указаний на находки очень крупных и хорошего качества раухтопазов. Этим частично подтверждаются минералого-геохимические выводы.

Просматривая различные сводки месторождений олова, видим, что промышленные месторождения оловянного камня приурочены частью к пегматитам и главным образом к пневматолитам. В первом случае оловянный камень включен в пегматоид, во втором — залегает в кварцевых жилах, иногда преобладая в их зальбандах. Все авторы сводок указывают, что оловянный камень приурочен к периферии гранитной массы и ко вмещающим ее породам за пределами массива. Так например, В. К. Джоунс в своей прекрасной книге ([7]) ясно отмечает преобладающую приуроченность промышленных месторождений оловянного камня к кварцевым жилам пневматолитовой фазы, но не к пегматитам ([8]). Дерри ([9]), приводя обстоятельное описание пегматитовых жил с оловянным камнем из района р. Виннипег в США, указывает, что промышленного значения эти месторождения не имеют. Фергусон и Бейтман ([10]) называют кварцевые жилы нормальными для оловянного камня. Приблизительный подсчет частоты залегания оловянных месторождений, произведенный ими, показывает:

Жилы	Нормальные 27	Штокверки 12	
	Пегматитовые 7	Трубки 2	
		Сеггрегации . . . 2	

К этому авторы прибавляют: „месторождения в пегматитовых дайках не являются обычно значительными для усиленной эксплоатации, но в некоторых странах являются источником богатых россыпей“.

А. Е. Ферсман ([11]) относит образование олова к концу фазы Е и фазе F и выносит его в диаграммах за пределы массива. На Шерловой горе, находящейся в 17 километрах от Адун-Чилона и характеризующейся пневматолитовыми процессами фазы F (по А. Е. Ферсману), оловянные месторождения находятся за пределами массива, несмотря на ее относительную низкотемпературность.

В фазы Е и F минералообразующие процессы Адун-Чилона начали ослабевать. На это указывает отсутствие грейзенов и небольшое количество кварцевых жил и ряд других признаков. Минералогенез фазы F выразился в образовании друзовых минералов в небольшом масштабе. Так например, наиболее распространенный минерал этих фаз — турмалин — выделяется в мелких кристаллах и небольшом количестве и т. д. Отсюда видим, что Адун-Чилонский гранитный массив с преобладающей фазой D (пегматоида) находится в неблагоприятных условиях относительно нахождения в нем экономически богатых месторождений олова. В данном случае для Адун-Чилонского массива промышленные залежи олова также более вероятны за пределами массива, нежели внутри его.

Автором было проведено пробное шурфование наносов некоторых долин массива. Был взят ряд проб путем промывки на оловянный камень. Пробы дали отрицательные результаты. Здесь предварительные теоретические построения согласуются с поисковыми данными.

Заканчивая данную заметку, автор хочет выразить пожелание о том, чтобы исследователи, изучающие месторождения с минералого-геохимической точки зрения, обращали большее внимание на вопросы прогнозов. Здесь теория приносит большую пользу практике. Проверка и накопление опыта в этом отношении позволят в дальнейшем все точнее и точнее предсказывать возможности данного комплекса.

Ломоносовский институт
Академии Наук.
Ленинград.

Поступило
19 III 1934.

GEOCHEMISTRY

ON THE MINERALOGICAL AND GEOCHEMICAL PROGNOSES

By P. MURZAJEV

(*Communicated by V. Vernadskij, Member of the Academy, 19. III. 1934*)

SUMMARY

In the department of mineralogy and geochemistry there comes into existence a period, when investigators, utilizing the enormous material accumulated and basing their conclusions upon an accurate and detailed study of a given mineral deposit, are able to give with various degrees of precision, a prognosis of its industrial value.

The establishment of the type of the deposit, of the paragenesis of the minerals, and of the chief temperature moment in the formation of a given mineral body, — is considered to be the basis for a prognosis. All this can be accomplished only after studying it in detail both mineralogically and geochemically.

Every mineral deposit connected with magmatic processes (magmatic, pegmatitic, hydrothermal) is formed at a gradually falling temperature. All these stages of gradually falling temperature leave on it, in different degrees, their imprint. A definite phase in the development of the given body can always be observed; it is confined to a definite temperature stage which exercised the greatest influence and gave rise to the mightiest mineral complexes.

Noting this prevalent phase and comparing our deposit with a number of well studied deposits of the given type, we shall be able to state with more or less probability which ore in the given deposit is of any industrial importance and in what degree, and which, on the contrary, does not possess this character. Here we are assisted by the numerous mineralogical and partly geochemical data accumulated.

In order to illustrate the above stated, the author of the present article cites a concrete case where, on the basis of the study of the Adun-Chilon granite massif in Transbaikalia in 1931, he gives his conjectures as to the possible industrial importance of tin ores and smoky quartz contained in it.

A detailed study of the above-mentioned deposit and a comparison of it with other deposits has shown that industrial supplies of smoky quartz are probable, whereas such supplies of tin are more or less improbable.

The shallow digging carried out, as well as other facts, confirm these theoretical deductions.

In concluding this article the author expresses his wish that those concerned with the present subject would pay more attention to the prognosis question. Here theory is of great assistance to practice.

The verification and the accumulation of experience in this respect will allow in the future to predict more and more accurately the possibilities of a given complex.

Lomonosov Institute
of the Academy of Sciences.
Leningrad.

Received
19. III. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

[1] Geo W. Bain. Econ. Geology, v. XXXIII, No 8, 1933. [2] Bohuslav Stodes. Econ. Geology, No 8, 1933, p. 778. [3] А. Е. Ферсман. Геохимия. Ленинград, 1933. [4] П. М. Мурзаев. Геолого-минералогические исследования Адун-Чилонского гранитного массива в Забайкалье. Принята в печать в Тр. ГГРУ. [5] А. Е. Ферсман. Пегматиты. Тр. СОПС Акад. Наук, сер. полезных ископаемых, вып. 1, 1931, Ленинград. [6] D. N. Derry. Geolog. Mag., LXVIII, No 808, 1931. Пер. с англ. в Вестн. ГГРУ, № 5—6, 1932. [7] W. K. Jones. Tinfields of the World. London, 1925. [8] Ibidem. p. 66—72. [9] D. N. Derry. Geolog. Mag., LXIII, No 808, 1931. Пер. с англ. в Вестн. ГГРУ, № 5—6, 1932. [10] H. G. Fergusson and A. M. Bateman. Econ. Geology, v. VII, No 3, 1912, p. 209—257. [11] А. Е. Ферсман. Пегматиты. стр. 329.

ЗООГЕОГРАФИЯ

Н. А. ГЛАДКОВ

О РАСПРЕДЕЛЕНИИ ОРНИТОЛОГИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ РАВНИННОГО ОЗЕРА

(*Представлено академиком А. А. Борисяком 16 II 1934*)

Поверхность равнинного озера в разных его частях представляет собой различное сочетание факторов, определяющих распределение птиц по озеру. Отдельные части озера по разному отвечают требованиям птиц в защитности и кормности в зависимости от глубины, животного населения дна и водных толщ, от степени развития подводной или надводной растительности, а также характера окружающих участков, и, следовательно, представляют собой различные станции или, по крайней мере, биотипы.

Оставляя в стороне станции берегов озера, на которых также обитают входящие в озерный биоценоз птицы, мы можем установить четыре лимнотические станции, представляющие собой различное сочетание основных факторов, определяющих размещение птиц на озере. Открытая поверхность воды, соответствующая пелагической зоне озера, представляет собой определенную станцию, которую можно назвать зеркалом. Литоральная зона озера может быть разбита на две станции в зависимости от произрастающей здесь высшей растительности. Площади открытой воды с растущими на дне рдестами, перистолистниками, роголистниками и т. д., с более или менее развитой подводной растительностью, я называю береговая отмель. Здесь же может встречаться и надводная растительность, как-то земноводная гречиха и даже *Scirpus*, но изредка. Другая часть литоральной зоны, занятая густыми, более или менее сплош-

ными зарослями *Phragmites*, *Scirpus*, *Typha* и другой земноводной растительностью составляет особую станцию — прибрежно-водную заросль. Четвертая лимнотическая станция — побережье — представляет собой узкую полосу уреза воды и соответствует тому, что в лимнологии известно под тем же именем побережья (Strand немецких авторов) или полоса заплеска (Spritzzone).

Прибрежно-водная заросль и береговая отмель представляют собой видоизменения литоральной зоны. Однако, в отношении факторов, определяющих распределение птиц на озере, прибрежно-водная заросль имеет совершенно иное значение, чем береговая отмель, и в то время как последняя по своему значению для птиц может быть сближена с зеркалом озера, прибрежно-водная заросль резко им противополагается.

Распределение станций в зависимости от профиля дна озера и произрастающей на ней растительности может быть отражено на нижеследующей схеме.

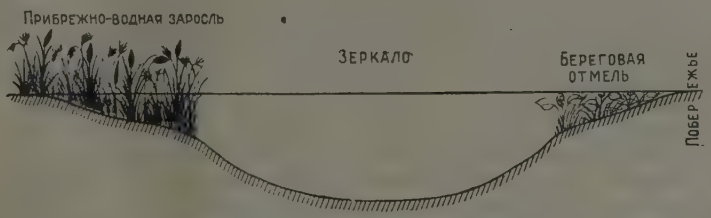


Схема распределения орнитологических станций в связи с профилем озера.

Граница между зеркалом и береговой отмелью только в отдельных случаях совпадает с границей литоральной и пелагической зоны. Чаще же береговая отмель занимает несколько более суженную область, так как внутренняя (озерная) граница ее определяется линией, за которой не могут уже кормиться не ныряющие водоплавающие птицы.

На зеркале, так же как и на береговой отмели, мы встречаем стеностанционарный элемент озерной орнитофауны. Зеркало это кормовая станция рыбоядных птиц. Обладая (вследствие относительной обширности открытой поверхности воды) высокой степенью защитости для кормящихся здесь птиц, станция эта не представляет никакой защиты гнездовьям, и потому все встречающиеся на зеркале птицы являются бистанционарными, так как нахождение их на изучаемой территории определяется двумя станциями. Достаточно яркий пример бистанционарности представляет скопа (*Pandion haliaetus*).

Береговая отмель в этом отношении очень близка к зеркалу. Здесь несколько иной видовой состав, так как встречаются в большом количестве и нерыбоядные птицы (питающиеся рдестом, утки и др.), однако большинство их такие же лимнадофилы как и ихтиофаги и также не гнездятся на этой станции. Эти обе станции можно причислить к категории открытых станций*. Таким образом, главный фактор, определяющий нахождение птиц на зеркале и береговой отмели, это кормность их.

* Термином открытые станции мы с Е. С. Птушенко (Опыт экологического анализа озерной орнитофауны Переславского края, рукопись) предложили назвать станции, являющиеся кормовыми (в гнездовое время) для не гнездящихся там птиц.

Иное дело прибрежно-водная заросль. Мощные заросли *Phragmites* или другой надводной растительности полностью удовлетворяют повышенным требованиям птиц в защитности во время их гнездовья. Однако станция эта не кормна, вследствие чего гнездящиеся здесь лимнадофилы принуждены совершать ежедневные кочевки на свои кормовые станции, а по окончании гнездовых дел некоторые из них и вовсе выселяются на открытую воду. Таким образом, в послегнездовое время, когда птицы предъявляют пониженные требования к защитности, станция эта беднеет птицами. Речь идет, конечно, только о птицах лимнадофильной группы. Птицы, которые хотя и характерны для берегов озера, но не являются целиком от него зависящими, как то камышевки и другие воробьиные, конечно, находят в прибрежно-водных зарослях полное удовлетворение всем своим потребностям, так что по отношению к ним орнитофенологический спектр станции остается наименным в течение суток и мало изменяется на протяжении всего летнего периода. В отличие от зеркала и береговой отмели прибрежно-водная заросль может быть охарактеризована как замкнутая станция (см. рукопись Н. А. Гладкова и Е. С. Птушенко „Опыт экологического анализа озёрной орнито-фауны Переславского края"). Это значит, что суточных миграций внутрь нее не происходит. Но точнее назвать ее не полностью замкнутой станцией, так как замкнутость ее нарушается суточными миграциями птиц наружу.

Побережье служит кормовой станцией для огромно количества птиц как лимнадофильной группы, так нередко и птиц чисто геотических станций, озеру, по существу, чуждых. Что касается гнездовий здесь птиц, то очень часто решающее значение имеет доступность или недоступность этой станции человеку. В безлюдных степях Казакстана и пустынях Средней Азии в полосе заплеска воды обычно гнездятся некоторые кулики (*Aegialitis*), а также крачки (*Sterna*). В населенных местах средне-русских областей побережье большей частью не имеет гнездящихся птиц. Изредка только у уреза воды можно встетить гнездо малого зуйка (*Aegialitis dubius*).

Таким образом, типичное распределение лимнотических станций равнинного озера будет следующее. Зеркало в пелагической зоне озера, береговая отмель и прибрежно-водная заросль в литоральной зоне и затем по урезу воды побережье. Прибрежно-водные заросли являются гнездовой станцией птиц лимнадофильной группы, которые на кормежку выходят либо на зеркало (*Podiceps*, *Coylmbus*, *Fuligula*), либо главным образом на береговую отмель, где кормятся *Anas*, *Anser*, *Fuligula*, на юге *Phoenicopterus* и т. д. На побережье кормятся помимо гнездящихся там же птиц большей частью птицы прикочевывающие из других, не лимнотических станций.

Все эти четыре станции имеют постоянную суточную смену фенологических спектров, особенно ярко выраженную в гнездовое время и состоящую в только что указанных миграциях птиц из гнездовой станции в кормовую. Смена спектров по временам года или сезонная сукцессия фаун проявляется в качественном и количественном обогащении в послегнездовое время фауны кормовых станций, т. е. зеркала, береговой отмели и побережья и в обеднении фауны прибрежно-водных зарослей. Также замечается и некоторая нивелировка фаун. Суточные изменения спектра в это время слабее выражены, проявлясь, главным образом, в откочевках птиц из кормовых станций на ночлег в станции защитные.

Если озеро достаточно велико, то и на зеркале могут быть известные группировки птиц и продвижения их в поисках корма, как например

следование за мигрирующими косяками пелагических рыб. Но подобное явление можно наблюдать только на огромных озерах (например Каспийском море), которых настоящая заметка не имеет в виду, так как вследствие их обширности законы распределения птиц на них уже качественно отличны от законов распределения на маленьких озерах.

Лимнотические, особенно открытые, станции остаются втечение всего летнего периода более или менее тождественными самим себе, только кормность их к осени повышается. Вследствие этого сукцессия фаун на них определяется прежде всего изменениями образа жизни птиц, изменениями их отношения к станциям и пролетам.

Указанное выше типичное распределение лимнотических станций может от озера к озеру изменяться, как вследствие различного развития той или иной станции, так и вследствие выпадения некоторых из них. Очень часто небольшие, расположенные среди болот озера, особенно если берега их образованы сплавиной, не имеют береговой отмели и побережья, а иногда и прибрежно-водных зарослей, так что зеркало их прямо упирается в берега. Нередко в таких случаях зеркало как бы включает в себя береговую отмель, так как заростает телорезом (*Stratioides*), ряской (*Lemna*) и т. д. Тогда здесь могут кормиться и птицы характерные для береговой отмели. Здесь, собственно, уже нельзя говорить о пелагической зоне озера, но все же глубина таких озер может доходить даже до 4 метров. В обширном Судочьем озере, расположенном в самом северо-западном углу дельты Аму-Дарьи, мне пришлось наблюдать густые заросли рдестов (*Potamogeton*), роголистника и т. д., которые, произрастая на середине зеркала, образовывали станцию, аналогичную береговой отмели, и усердно посещались кормящимися птицами, в то время как небольшие открытые пространства литоральной зоны (береговая отмель собственно) имели крайне бедную орнитофауну.

Одни и те же станции на разных озерах и в окружении различных станций далеко не являются тождественными друг другу. Так, зеркало Ивановского озера (Переславский район Ивановской области), несмотря на величину меньшую чем зеркало Плещеева озера (Переславский район), повидимому более защитно, чем это последнее, вследствие чего на нем можно наблюдать летующих гусей. Впрочем, это уже не является свойством зеркала как такового, а скорее свойством всей констанции в целом, так как обусловлено удачным расположением озера среди малодоступных болот. Надо сказать, что очень часто доступность или недоступность станции человеку определяют различие в фаунах станции, так как различна ее защитность, а доступность очень часто зависит от окружающих станций.

Лаборатория зоогеографии
Академии Наук. Москва.

Поступило
16 II 1934.

ZOOGEOGRAPHY

THE DISTRIBUTION OF ORNITHOLOGICAL STATIONS ON A LAKE IN THE PLAINS

By N. GLADKOV

(*Communicated by A. Borissiak, Member of the Academy, 16. II. 1934*)

SUMMARY

On a lake in the plains, the various parts of its surface present a different combination of factors which determine the distribution of birds

upon it and also present different stations, or at least biotypes. The pelagic zone of the lake corresponds to the water area, the food station of the ichthyophagous birds. The uncovered surface of the littoral zone with the higher plants growing on the bottom (*Potamogeton*, etc.) may be called the waterside shallows. This is the food station of the limnadophil, not ichthyophagous birds. The littoral zone entirely occupied by thickets of superaquatic vegetation (*Phragmites*, etc.), constitutes a third station, that of the shore waterside thickets. The majority of limnadophil birds nest but do not feed here. The fourth and last limnotic station will be the 'Strand' or 'Spritzzone'. It is the feeding place of many limnadophil birds, as well as of birds from geotic stations.

The birds migrate daily from the nesting to the food stations. When the nesting time is over, the fauna of the food stations becomes richer both quantitatively and qualitatively, whilst in the waterside thickets the birds grow less numerous.

Such is the typical distribution of stations and the corresponding one of birds upon a lake in the plains. However, the importance of different stations can vary exceedingly from lake to lake. The present paper gives an analysis of the importance of these stations and of their changes.

Zoogeographical laboratory
of the Academy of Sciences.
Moscow.

Received
16. II. 1934.

ХРОНИКА — ANNOUNCEMENT

КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ И КАРЕЛЬСКОЙ АССР

Между 15 и 20 апреля 1934 г. Академия Наук СССР совместно с Леноблпланом организует конференцию по изучению производительных сил Ленинградской области и Карельской АССР. На пленарных заседаниях будут обсуждены вопросы энергетического баланса и проблемы энергофикации, минерально-сырьевой базы, лесного и сельского хозяйства, социально-культурного строительства и задачи научно-исследовательских работ, а также комплексные проблемы: валдайская, беломорско-балтийского комбината и др. Детальная проработка отдельных вопросов будет вестись в секциях: географической, энергетической, промышленной, транспортной, сельско-хозяйственной, морских и речных промыслов и социально-культурного строительства.

С докладами на конференции выступят: академики Н. И. Вавилов, В. П. Волгин и А. А. Чернышев, профессора Г. Т. Войнилович, А. С. Гинзберг, А. А. Григорьев, А. Г. Ельяшевич, Б. С. Калинин, П. П. Полетика и ряд других ученых.

К конференции будет организована выставка, изображающая производительные силы Ленинградской области и Карельской АССР.

THE CONFERENCE ON STUDY OF THE NATURAL RESOURCES OF THE LENINGRAD REGION AND THE KARELIAN REPUBLIC

The Conference on Study of the Natural Resources of the Leningrad Region and the Karelian Socialist Soviet Republic is scheduled to open between the 15th and 20th of April under the auspices of the Academy of Sciences of the USSR and the Leningrad Regional Planning Committee.

At the plenary sessions of the Conference there will le discussed the problems of power balance and power engineering, raw material supplies, forestry and agriculture, social and cultural construction, and the tasks of scientific research work, as well as complex problems: Valdai, White Sea and Baltic Combinat, etc.

For the purpose of dealing in more detail with individual problems there will be organized sections for the study of geography, power problems, industry, transport, agriculture, sea and river fisheries, and social and cultural construction.

Reports will be delivered at the Conference by Academicians A. Černyšev, N. Vavilov, and V. Volgin, Professors A. Eljaševič, A. Ginzberg, A. Grigorjev, B. Kalinin, P. Poletika, G. Voinilovič, and many other leading scientists.

An exhibition showing the natural resources of the Leningrad Region and the Karelian Republic is being organized in connexion with the Conference.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1. В „Докладах" помещаются предварительные сообщения или статьи-конспекты научных работников СССР, содержащие в краткой форме наиболее существенные результаты их работы в области математики, естествознания и теоретической техники.

2. Объем статьи не должен превышать 10 000 печ. знаков.

3. Статьи направляются для напечатания в „Докладах" или непосредственно в редакцию, или через действительных членов Академии Наук.

4. Статьи принимаются для напечатания по отзыву членов Редакционной коллегии или действительных членов Академии Наук по специальности.

5. Каждая статья печатается на русском и на одном из иностранных языков, французском, английском или немецком. Автор должен представить вместе с русским текстом статьи ее перевод или резюме на одном из указанных иностранных языков.

6. Объем перевода не должен превышать 10 000 печ. знаков, резюме — не более 3 000 печ. знаков.

7. Цитируемая литература должна быть автором указываема не в подстрочных примечаниях, а в конце статьи общим списком с обозначением в тексте статьи порядковой цифрой ссылки на цитируемую работу.

8. В конце статьи автором должны быть обозначено на русском и иностранном языках название и местонахождение научного учреждения, в котором произведена работа.

9. Иллюстрации в „Докладах" помещаются лишь в исключительных случаях.

10. Статьи должны быть доставляемы в совершенно готовом к печати виде (переписанными на машинке на одной стороне листа, через два переката).

11. В виду срочности издания корректуры статей авторам не посылаются.

12. Автор получает бесплатно 50 отдельных оттисков своей статьи.

Редакционная Коллегия просит действительных членов Академии Наук при направлении статей в „Доклады" для напечатания указывать на статьях дату их получения от авторов.

Напечатано по распоряжению Академии Наук СССР
1 апреля 1934 г.

Непременный секретарь академик *В. Волгин*

Редакционная коллегия: академик А. А. Борисяк
академик С. И. Вавилов
академик А. А. Рихтер

Ответственный редактор академик-секретарь ОМЕН А. А. Борисяк

Редактор издания И. М. Эйзен. — Технический редактор М. И. Стеблин-Каменский

Сдано в набор 22 марта 1934 г. — Подписано к печати 31 марта 1934 г.

64 стр. (1—64)

Формат бум. 72 × 110 см. — 4 печ. л. — 51 840 печ. зн. в л. Тираж 3000 + 175

Ленгорлит № 8088. — АНИ № 244. — Заказ № 2825

Типография Академии Наук СССР. В. О., 9 линия, 12

Цена 2 руб.

ПРИНИМАЕТСЯ ПОДПИСКА

НА

„ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК СССР“

(НОВАЯ СЕРИЯ)

с 1 января 1934 г. по 1 января 1935 г.

на год (36 выпусков) цена ..... 54 руб.

на полгода (18 выпусков) цена . . 27 руб.

«ДОКЛАДЫ» выходят ежедекадно (1, 11 и 21 каждого мес.)

Подписку и деньги направлять Сектору распространения Издательства Академии Наук Ленинград 53, В. О., Тучкова наб., 2, или сдавать доверенным, снабженным специальными удостоверениями

КОМПЛЕКТЫ

ИЗДАНИЯ

„ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК СССР“

(НОВАЯ СЕРИЯ)

за 1933 год

Шесть выпусков — 20 печ. листов

Цена 9 руб.